
DIPLOMARBEIT

Herr Dipl.-Wirtschaftsing.

Dazhi Zhao

**Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
der Elektromobilität in China**

Mittweida, 2012

Fakult ä Wirtschaftswissenschaft

DIPLOMARBEIT

**Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
der Elektromobilit ät in China**

Autor:
Herr Wirtschaftsing. Dazhi Zhao

Studiengang:
Wirtschaftsingenieur

Seminargruppe:
WI06w1

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Lutz Rauchfuß

Zweitprüfer:
Dipl.-Ing. Jan Roloff

Einreichung:
Mittweida, 22.08.2012

Verteidigung/Bewertung:
Mittweida, 2012

Bibliografische Beschreibung:

Zhao, Dazhi:

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Elektromobilität in China. –2012. – VI, 59, III S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftswissenschaft,
Diplomarbeit, 2012

Referat:

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität in China. Das Hauptziel ist, dass der Aussicht der Zukunft von Elektromobilität in China festgestellt werden kann. Diese Fragestellung wird durch Darstellung und Analyse der aktuellen Politik, der gegenwärtigen Technik und der Marktsituation beantwortet. Endlich werden alle Vorteile und Probleme von Elektromobilität in China gezeigt.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | II |
| TABELLENVERZEICHNIS | III |
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS..... | IV |
| 1. EINFÜHRUNG..... | 1 |
| 2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN | 3 |
| 3. CHINAS POLITIK | 5 |
| 3.1 ENERGIEBEDARF UND ENERGIEPOLITIK | 5 |
| 3.2 STAATLICHE UND KOMMUNALE UNTERSTÜTZUNGEN FÜR NEUENERGIE-FAHRZEUGE | 9 |
| 4. E-MOBILITÄT IN CHINA..... | 12 |
| 4.1 TECHNISCHER ENTWICKLUNGSSTAND UND AKTUELLE PRODUKTE..... | 12 |
| 4.1.1 Batterie(Akkumulator)..... | 12 |
| 4.1.2 Aufladen | 18 |
| 4.1.3 Elektro-Mobilitätsbeispiele | 22 |
| 4.2 ANSCHAFFUNGS- UND NUTZUNGSKOSTEN-ANALYSE | 31 |
| 4.2.1 BYD E6 gegen BYD S6 bei selben Hersteller und Tiguan..... | 32 |
| 4.2.2 Ankai gegen Jinlong..... | 36 |
| 4.2.3 F3DM gegen F3..... | 39 |
| 4.3 MARKTSITUATION UND ZU ERWARTENDES MARKTWACHSTUM | 41 |
| 4.3.1 Marktuntersuchung | 41 |
| 4.3.2 Marktwachstum..... | 47 |
| 4.4 CO ₂ -EMISSION | 49 |
| 4.4.1 Well- to- Wheel Analyse | 49 |
| 4.4.2 Emissionen der Verbrennungsfahrzeuge..... | 50 |
| 4.4.3 Emissionen der E-Fahrzeuge | 51 |
| 4.4.4 Vergleich der CO ₂ -Emission von Verbrennungs- und E-Fahrzeug..... | 54 |
| 5. ZUKÜNFTIGE PROBLEME | 56 |
| 5.1 INFRASTRUKTUR | 56 |
| 5.2 KOSTEN UND PREIS | 57 |
| 6. FAZIT..... | 58 |
| LITERATURVERZEICHNIS | V |
| ANLAGE | VII |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 3-1: Chinas Energieverbrauch von 2000 bis 2010 | 6 |
| Abbildung 3-2: Erdölverbrauch 1990 bis 2009 in 10.000 Tonne | 6 |
| Abbildung 3-3: Erdölverbrauch in Branche in 10.000 Tonne | 7 |
| Abbildung 3-4: 10 Städte 1000 Autos Programm | 10 |
| Abbildung 4-1: BYD Laden an gewöhnlicher Haushaltssteckdose | 19 |
| Abbildung 4-2: Lademöglichkeiten des BYD E6. | 19 |
| Abbildung 4-3: BYD Ladepfahl | 20 |
| Abbildung 4-4: E-Fahrrad (PEDELEC) | 22 |
| Abbildung 4-5: Entwicklung der Fahrzeugproduktion in China | 24 |
| Abbildung 4-6: Shenzhen BYD E-Taxi | 25 |
| Abbildung 4-7: Futian Midi E-Taxi in Beijing | 26 |
| Abbildung 4-8: Benben Mini EV | 27 |
| Abbildung 4-9: AK HFF6127K46EV | 28 |
| Abbildung 4-10: BYD F3DM | 30 |
| Abbildung 4-11: BYD F3DM in Schnittdarstellung | 30 |
| Abbildung 4-12: BYD S6 | 33 |
| Abbildung 4-13: Tiguan 1.8 TSI | 34 |
| Abbildung 4-14: Gesamtkosten Vergleich zwischen BYD E6, BYD S6 und VW Tiguan | 36 |
| Abbildung 4-15: Jinlong XMQ 6127 | 37 |
| Abbildung 4-16: Gesamtkosten Vergleich zwischen Ankai HFF6127K46EV und Jinlong XMQ 6127 | 38 |
| Abbildung 4-17: Gesamtkosten Vergleich zwischen BYD F3DM und BYD F3 | 40 |
| Abbildung 4-18: Kennengrad und Kaufwünsche von E-Fahrzeug | 42 |
| Abbildung 4-19: Schwerpunkt für Kaufentscheidung von E-Fahrzeug | 42 |
| Abbildung 4-20: akzeptierbarer Preis von E-Fahrzeug in RMB | 43 |
| Abbildung 4-21: die Konsumenten kümmernde politische Elemente | 43 |
| Abbildung 4-22: akzeptierbare Ladungsmethode und Ladungsplatz | 44 |
| Abbildung 4-23: akzeptierbare Aufladungszeit an Ladestation | 44 |
| Abbildung 4-24: akzeptierbare Reichweite | 45 |
| Abbildung 4-25: Gründe für „nicht kaufen“ | 45 |
| Abbildung 4-26: Aussicht der Zukunft des E-Fahrzeuges | 46 |
| Abbildung 4-27: Zielsetzung des Entwicklungsplans für E-Mobilität | 48 |
| Abbildung 4-28: Parameter des Emissionsvergleichs | 49 |
| Abbildung 4-29: Energiemix von 2010, 2020, 2030 und 2050 | 52 |
| Abbildung 4-30: CO ₂ -Emission von ganzer Stromerzeugung bei Wärmekraftwerk | 53 |
| Abbildung 4-31: Vergleich der CO ₂ –Emission von E-Fahrzeug und konventionellen Fahrzeug | 54 |
| Abbildung 6-1: geplanter Unterstützungsschwerpunkt | 59 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Tabelle 4-1: Vergleich der Eigenschaften verschiedener Batterietechnologien | 17 |
| Tabelle 4-2: Vergleich verschiedener Batterietechnologien | 17 |
| Tabelle 4-3: Kostenvergleich zwischen E6, S6 und Tiguan | 35 |
| Tabelle 4-4: Kostenvergleich zwischen Ankai und Jinlong | 38 |
| Tabelle 4-5: Kostenvergleich zwischen F3DM und F3 | 40 |
| Tabelle 4-6: CO₂-Emission von Verbrennungsfahrzeug | 50 |
| Tabelle 4-7: Prognose Chinas Energiemix | 51 |
| Tabelle 4-8: CO₂ –Emission von E-Fahrzeug in g/km | 54 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|----------------------|---|
| BEV | Batterie-elektrisches Fahrzeug (von engl. battery electric vehicle) |
| CAE | Chinese Academy of Engineering |
| C-NCAP | China New Car Assessment Programme |
| CV | Verbrennungsfahrzeug (von engl. combustion vehicle) |
| E- | Elektro- |
| GB | Chinesische Norm (von Chinesisch Guo Biao) |
| Li-Ion | Lithium-Ionen-Technologie |
| LiFePO ₄ | Lithium-Eisen-Phosphat |
| MIIT | Ministry of Industry and Information Technology of the P.R.China |
| MOST | Ministry of Science and Technology of the P.R.China |
| Na/NiCl ₂ | Natrium-Nickelchlorid |
| NBSC | National Bureau of Statistics of China |
| NiCd | Nickel-Cadmium |
| NiMH | Nickel-Metallhydrid |
| Pb/PbO ₂ | Blei/Bleidioxid |
| PKW | Personalkraftwagen |
| TtW | Tank-to-Wheel |
| v/h | vorn/hinten |
| WtT | Well-to-Tank |
| WtW | Well-to-Wheel |

1. Einführung

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts stieg das Wachstum der chinesischen Wirtschaft um mehr als 15% bis 20% pro Jahr. Auch die 2007 beginnende Immobilienkrise, die sich mittlerweile zu einer weltweiten Finanzkrise entwickelt hat, konnten das Wirtschaftswachstum Chinas nicht bremsen. Trotz der weltweiten finanziellen Stagnation wächst das chinesische Bruttoinlandprodukt um jährlich 8%. Als eine Folge dieser positiven wirtschaftlichen Entwicklung ist der steigende Lebensstandard zu nennen. Immer mehr Chinesen wollen eine moderne Lebensweise genießen. Dazu gehört auch ein bequemer und schneller Individualkraftverkehr, wie er in Europa oder Amerika schon vorgelebt wird.

Mit dem neuen Mobilitätsverhalten wächst auch der Mobilitätsmarkt in China. In letzten 5 Jahren war hier ein Wachstum von mehr als 20% pro Jahr zu verzeichnen. In 2010 betrug der Wachstumsgrad sogar 30%. Obwohl sich in den letzten Jahren die Ausgaben für Lebensmittel und Kraftstoffe erhöht haben, ist das chinesische Bedürfnis nach Mobilität weiterhin sehr stark ausgeprägt.

Das führt zu Spannungen bei der Kraftstoffversorgung und einem Anstieg der Abgasemissionen.

Weltweit ist die Suche nach neuen Energiequellen und neuen Mobilitätskonzepten spürbar. Auf dem Weg zu einem umweltfreundlichen Mobilitätskonzept und sinken Nutzungskosten, ist die Entwicklung der Elektromobilität wahrscheinlich ein erster Schritt in die richtige Richtung.

Eine Vielzahl an Automobilherstellern hat mit der Planung und Produktion von Elektrofahrzeugen begonnen. So folgen auch die chinesischen Fahrzeughersteller diesem Trend. So wurden beispielsweise bei den Olympischen Spielen 2008 in Beijing und bei der Expo 2010 in Shanghai spezielle Elektrobusse eingesetzt, die auch noch heute in Betrieb sind.

Ausgangspunkt für diese Diplomarbeit ist daher die Frage nach der Zielgruppe für Elektromobilität in China und einer möglichen staatlichen Unterstützung

dieser. Dabei soll untersucht werden, ob die Idee der Elektromobilität eine Zukunft in China hat und wie diese aussehen könnte.

Diese Fragestellung soll im Folgenden durch Darstellung und Analyse der aktuellen Politik, der gegenwärtigen Technik und der Marktsituation beantwortet werden.

2. Begriffsbestimmungen

| Begriff | Erklärung |
|-----------------------|---|
| E-Fahrrad | Fahrrad mit Zusatz-Elektromotor. Bis zu einer Leistung von 240 W, einem Baugewicht von 40 kg und einer Bauartgeschwindigkeit von 20 km/h gelten E-Bikes laut GB17761-1999 ¹ als Fahrräder. |
| E-Motorfahrrad | Ein zwei- oder dreirädriges elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug mit einem Baugewicht größer als 40 kg und einer Bauartgeschwindigkeit von maximal 50 km/h. (GB/T 24158-2009) |
| E-Motorrad | Ein zwei- oder dreirädriges elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug, welches nicht unter die Definition E-Motorfahrrad fällt. (GB/T 24158-2009) |
| Hybridantrieb | Als Hybridantrieb werden Fahrzeugantriebe bezeichnet, die über mindestens zwei verschiedenartige Energiewandler und -speichersysteme verfügen (Baumann, 2004). (auf Englisch HEV) |
| Mikrohybrid | Hybridantrieb mit einer installierten Leistung von rund 2 kW. Damit können z.B. Start-Stop-Funktionen dargestellt werden (Baumann, 2004). |
| Mildhybrid | Hybridantrieb mit einer installierten Leistung von rund 10 kW. Erlaubt emissionsfreien Betrieb auf kurzen Strecken, z.B. im Stadtbetrieb mit niedriger Fahrleistungsanforderung (Baumann, 2004). |
| Pedelec | Das Kunstwort Pedelec steht für Pedal Electric Cycle. Im Prinzip handelt es sich bei Pedelecs um Muskelkraft-Elektro-Hybridantriebe. Der Elektromotor unterstützt, gesteuert über einen Kraft- oder Bewegungssensor, die Pedalkraft des Fahrers. Der Motor ist nur während des Tretens aktiv. Das erste Pedelec wurde 1994 von Yamaha auf den Markt gebracht. (Quelle: www.extraenergy.org) |

¹ GB: „Guobiao“ auf Chinesisch, heißt Staatliche Norm, wie DIN ISO usw.. GB17761-1999: „Allgemeine Technische Norm für E-Fahrrad“ 1999

| | |
|-------------------------------|---|
| Plug-In Hybrid | Hybridantrieb, der ein Aufladen der Batterie nach dem Betrieb aus dem Stromnetz erlaubt (Baumann, 2004). |
| Neue-Energie-Fahrzeuge | KFZ mit Antrieb von keiner traditionellen Brennstoffe, mit neuer Technik und sogar neuer Struktur(MIIT ²) |

² MIIT: Ministry of Industry and Information Technology of the P.R.China(Ministerium für Industrie und Informationstechnologie V.R.China)

3. Chinas Politik

3.1 Energiebedarf und Energiepolitik

Zusammen mit dem chinesischen Wirtschaftswachstum stieg der Energieverbrauch sehr stark an.

Innerhalb von 10 Jahren verdoppelte sich der Gesamtenergieverbrauch Chinas. Zur Deckung wird vorwiegend Kohle als Primärenergieträger verwendet, da China auf sehr große Kohlevorkommen zurückgreifen kann. In vergangenen zwei Jahren sank der Kohleanteil und der Erdölanteil stieg in Bezug auf den Energiemix. Erdöl ist mit circa 20% auf dem zweiten Platz der Energieträger. Jedoch wird Erdöl auch für weitere Endprodukte benötigt, die großen Einfluss auf die Umwelt haben. Wie zum Beispiel Schmiermittel, Grundstoffe der chemischen Industrie und in Form verschiedener Brennstoffe, insbesondere für das Verkehrswesen, wie zum Beispiele für Industrie, Logistik und Privat.

Chinas Energieverbrauch 2000 bis 2010



Abbildung 3-1: Chinas Energieverbrauch von 2000 bis 2010 (Quelle: NBSC³)

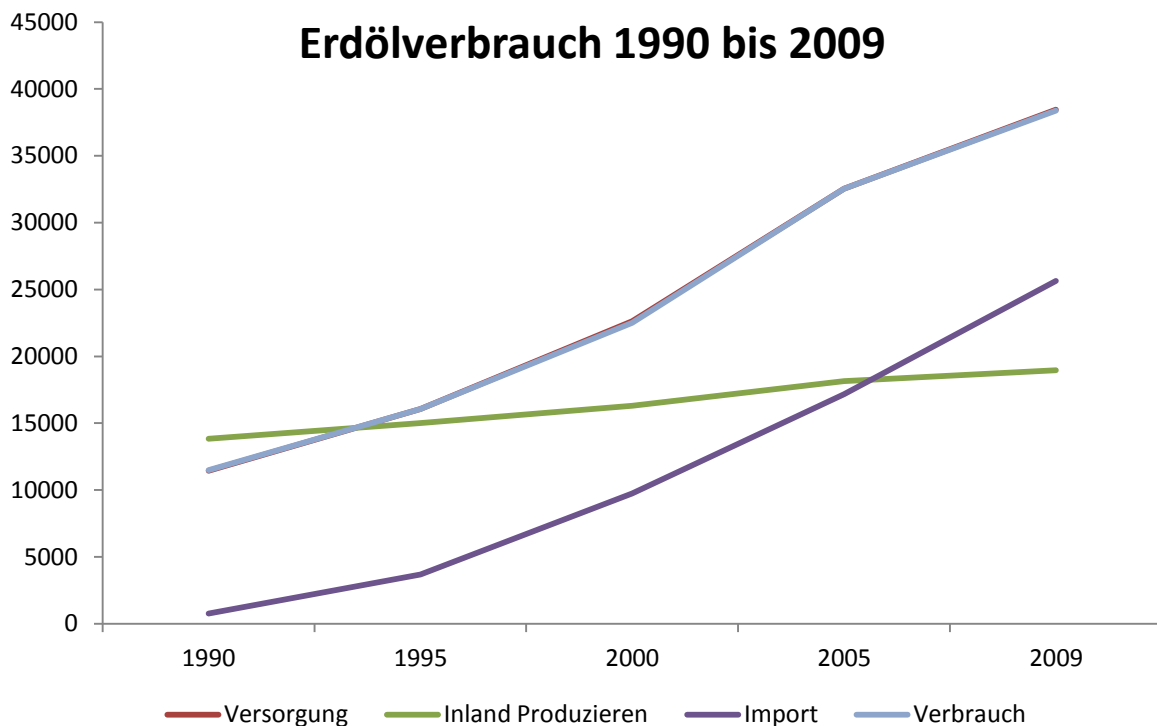


Abbildung 3-2: Erdölverbrauch 1990 bis 2009 in 10.000 Tonne (Quelle: NBSC)

³ NBSC: National Bureau of Statistics of China (Staatliche Statistikamt von China)

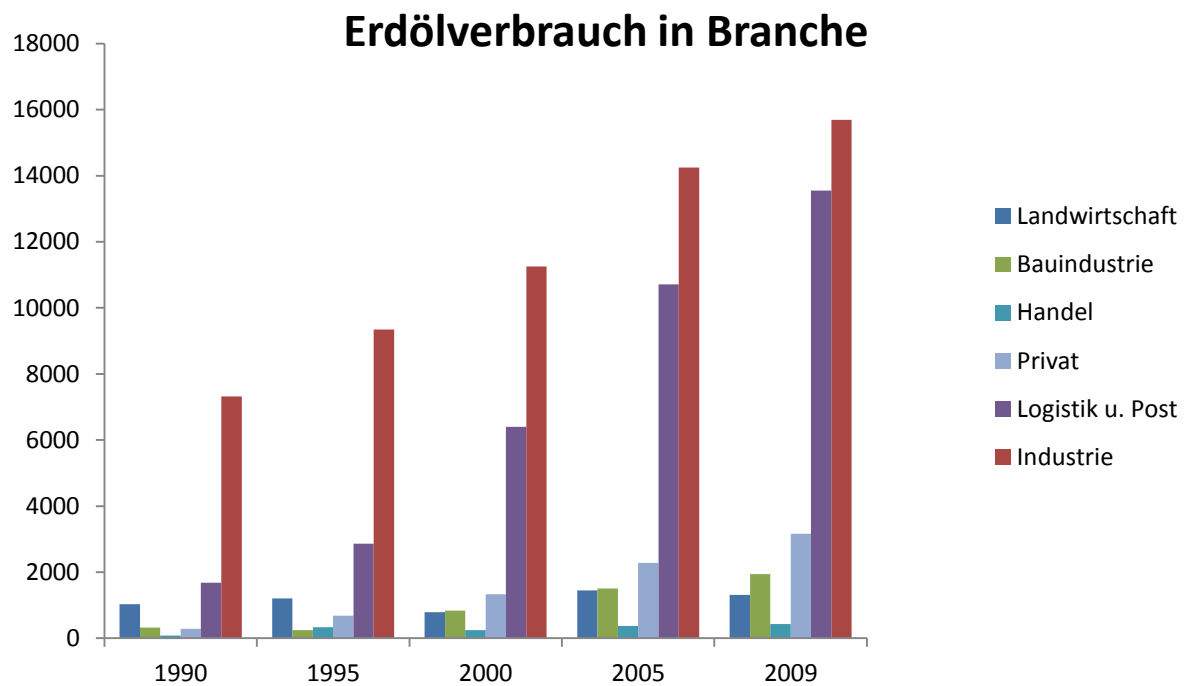


Abbildung 3-3: Erdölverbrauch in Branche in 10.000 Tonne (Quelle: NBSC)

Erdöl und dessen Abhängigkeit davon bringt zwei große Probleme mit sich:

➤ **Energiesicherheit**

Innerhalb von 20 Jahren hat sich der Erdölverbrauch in China vervierfacht, im Gegensatz dazu stieg die Fördermenge jedoch nur gering. Das große Defizit von circa 239 Millionen Tonnen Erdöl (55% des Jahresbedarfs 2010) wurde durch Importe beglichen. (*Quelle: Zollamt China*). Wie zu erahnen ist, stellt die Sicherung dieses Bedarfs China vor große Herausforderungen. Sollten die Bezugskosten steigen, oder gar die gelieferte Menge gedrosselt werden, würde das zu einer wirtschaftlichen Katastrophe führen.

➤ **Abgasemission**

In China existieren wie in Europa Abgasnormen. Zum Beispiel ist die China-Norm 4 mit der Euro 4 gleich zu setzen. Ungeachtet dessen bleibt die Problematik der Emission von Abgasen bestehen, da jährlich neue Fahrzeuge hinzukommen.

Zur Bewahrung einer gesicherten Energieversorgung und der Umwelt, startete die chinesische Regierung folgende Energiepolitik:

„2. Strategie und Ziel:

- *Energie einsparen*
- *Technikentwicklung*
- *Umweltschutz*
-
-
-

6. *Ansporn zum Produzieren von Hybridantriebsfahrzeuge, Unterstützung bei der Entwicklung des Bahnverkehrs und des elektrisch angetriebenen Busses,.....*“

-Weißbuch Chinas Energiestand und Energiepolitik 2007

Erst der politische Wandel 2007 ermöglichte die heutigen Förderungen und das Handeln auf kommunaler Ebene im Sinne einer umweltfreundlichen und zukunftssicheren Energiewirtschaft. Davon profitieren vor allem

Fahrzeughersteller und Privatpersonen. Denn jetzt wird der Erwerb von Elektro- und Hybridfahrzeugen wirtschaftlich attraktiv.

3.2 Staatliche und kommunale Unterstützungen für Neuenergie-Fahrzeuge

Um die politischen Ziele der Reduzierung des Energieverbrauchs, sowie der Verwendung umweltfreundlicher Technologien zu erreichen, fördert China einige Wirtschaftszweige.

So wird beim Kauf eines Neuwagens, dessen Hubraum kleiner als 1,6l ist und im Vergleich 20% Kraftstoff einsparen kann, ein Zuschuss von 3000 RMB⁴ gegeben. Die Subvention ist vom MIIT und dem Finanzministerium an die Fahrzeughersteller ausgezahlt.

Für die Anschaffung von Neuenergie-Fahrzeuge werden große finanzielle Fördermengen bereitgestellt.

Programm „10 Städte 1000 Autos“

Das „10 Städte 1000 Autos“ Programm läuft seit Januar 2009 bei MOST⁵, dem Finanzministerium, der Entwicklungs- und der Reformkommission, sowie dem MIIT. Somit werden jährlich 10.000 Elektro- und Hybridfahrzeuge für den öffentlichen Nahverkehr, den Taxigesellschaften, dem öffentlichen Dienst, der Post und anderen öffentlichen Stellen in je 10 Städten eingeführt. Das Ziel ist bis Ende 2012 einen Marktanteil von 10% zu erreichen.

⁴ RMB: chinesische Währung mit Einheit Yuan. Am 02.04.2012 der Wechselkurs: 100 Euro = 839,44 RMB

⁵ MOST: Ministry of Science and Technology of the P.R.China (Ministerium für Wissenschaft und Technik Volksrepublik China)



Abbildung 3-4: 10 Städte 1000 Autos Programm

In Ost- und Mittelchina soll das Programm realisiert werden. Die Unterstützung sieht wie folgt aus:

- PKW mit Hybridantrieb bis 50.000 RMB
- E-PKW 3000 RMB/kW bis 60.000 RMB
- Brennstoffzellen-Fahrzeug bis 250.000 RMB
- E-Bus bis 500.000 RMB

Diese Subventionen sind vom Staat an die Hersteller zu entrichten. Jedoch hat jede Stadt zusätzlich noch eigene Strategien um die politischen Ziele der Volksrepublik umzusetzen.

Zum Beispiel Beijing

Zurzeit sind Beijing mehr als 5 Millionen Fahrzeuge registriert (5.017 Tausend Quelle: KFZ-Amt Polizei Beijing 16.02.2012). Um die steigende Zahl von Neuanmeldungen zu kontrollieren und Abgasemission zu reduzieren, verfolgt Beijing zwei Strategien:

1. KFZ-Kennzeichen-Lotterie seit 2011

Vor dem Fahrzeugerwerb muss ein KFZ-Kennzeichen durch ein Losverfahren erhalten werden. Dazu werden aus nahezu einer Million Anträge, monatlich bis zu 20.000 (circa 2%) ausgewählt. Diese können nach Erhalt des Kennzeichens einen Neuwagen kaufen und registrieren lassen. (*KFZ-Kennzeichen 20.000, Antrag 0,97 Mil. Rate: 1/47,9*
26.03.2012 Quelle: news.ifeng.com)

2. Kraftfahrzeug Fahrverbote seit 2008

Die letzte Ziffer des Kennzeichens benennt den Arbeitstag, an dem das Fahrzeug nicht bewegt werden darf. Somit konnte die Verkehrsbelastung in Beijing um 1/5 reduziert werden.

Diese Strategien treffen nur PKWs mit Verbrennermotor; E-Fahrzeuge sind davon befreit. Fahrzeuge mit Elektroantrieb sind steuerfrei zu kaufen, frei zu registrieren und dürfen jeden Tag genutzt werden.

Zum Beispiel Shenzhen

In Shenzhen gibt's kein KFZ-Fahrverbot aber kommunale Subvention ist bis 80.000 RMB. D.h. mit Zuschuss bis zum höchsten 140.000 RMB ist in Stadtkreis Shenzhen Kaufpreis von E-PKW fast selben wie der von konventioneller PKW.

Die Volksrepublik China und deren Kommunen arbeiten mit vielen Förderprogrammen und staatlichen Vorgaben daran, die aufkommenden Probleme der Erdölknappheit und der Umweltbelastung entgegen zu wirken. Die Beschränkung der Nutzung von Verbrennungsmotoren, die Förderung der Neuenergie-Fahrzeuge, sowie viele weitere Projekte sind Versuche von oben. Ein Erfolg wird sich aber nur einstellen, wenn die Bevölkerung diese Regeln einhält und die Möglichkeiten. Die Akzeptanz von unten wird den Erfolg zeigen.

4. E-Mobilität in China

4.1 Technischer Entwicklungsstand und Aktuelle Produkte

4.1.1 Batterie(Akkumulator)

Batterietechnologien werden durch folgende Parameter beschrieben:

- elektrische Spannung (Volt),
- Zyklfestigkeit (als Maß für die Lebensdauer),
- Energiedichte (Wh/kg),
- Umweltverträglichkeit,
- Sicherheit,
- Langzeitspeicherefähigkeit,
- Memory-Effekt ,
- Ladedauer,
- Kosten (RMB/kWh),
- Dimensionen (Abmessungen und Gewicht) und
- Tieftemperaturverhalten.

Reine Elektrofahrzeuge und Hybridfahrzeuge stellen unterschiedliche Anforderungen an die zu verwendende Batterietechnologie. Bei reinen Elektrofahrzeugen steht ein großes Energiespeichervermögen bei geringem Gewicht, geringem Volumen und niedrigen Kosten im Vordergrund. Die Bedeutung der Energiedichte für reine Elektrofahrzeuge zeigt sich auch dadurch, dass ein Elektrofahrzeug mit 25 kWh Akkukapazität (200 Wh/kg) das Gesamtgewicht um 125 kg erhöht (Brauner and Leitinger, 2008).

Bei Hybridfahrzeugen ist dagegen hauptsächlich die Leistung für Beschleunigungsvorgänge von Bedeutung (Köhler, 2004).

4.1.1.1 Gebräuchliche Batteriesysteme für Elektro- und Hybridfahrzeuge

Die folgenden Batteriesysteme sind heute für die Anwendung in elektrischen oder Hybrid-Fahrzeugsystemen in Verwendung.

Blei-Batterien (Pb/PbO₂)

Dieser Batterietyp ist üblicherweise auch als Starterbatterie bei konventionellen Fahrzeugen im Einsatz.

Vorteile: kostengünstig,
kein Memory-Effekt,
lange erprobte Technologie,
Massenprodukt

Nachteile: geringe Energiedichte,
schlechtes Masse/Energieverhältnis,
Umweltschädlichkeit des Schwermetalls Blei,
mäßige Lebensdauer

Nickel-Cadmium-Batterien (NiCd)

Vorteile: relativ hohe Energiedichte,
gutes Tieftemperaturverhalten

Nachteile: Umweltschädlichkeit des Schwermetalls Cadmium,
Memory-Effekt,
relativ hohe Kosten

Nickel-Metallhydrid-Batterien (NiMH)

Vorteile: hohe Energiedichte,
erprobte Technologie,
hohe Zyklenfestigkeit,

Nachteil: relativ hohe Kosten,
Alterungseffekte (Es ist ein definiertes Ladefenster vorgegeben, in dem die Batterie idealerweise geladen werden sollte, um die Alterungseffekte gering zu halten.)

Natrium-Nickelchlorid-Hochtemperatur-Batterien (Na/NiCl₂)

Vorteile: vergleichsweise hoher Wirkungsgrad,
kein Memory-Effekt

Nachteile: hoher Stromverbrauch der Akkuheizung.
Ladeverluste durch das Heizen der Batterien
verschiedene Lade- und Entladespannungen.
Kein konstanter Innenwiderstand

Lithium-Ionen-Batterien (Li-Ion)

Lithium-Ionen-Batterien erreichen mit bis zu 500 Wh/kg die höchste Energiedichte unter allen Speichermedien (Quelle: <http://www.neueenergie.net/index.php?id=1499>). Aufgrund sehr guter Leistungs- und Energiedichtewerte ist die Li-Ion-Batterie sowohl für rein elektrisch betriebene Fahrzeuge als auch für Hybridfahrzeuge geeignet.

Weitere Vorteile: gute thermische Stabilität,
konstante Spannung über den gesamten Ladezeitraum,
geringe Selbstentladung,
kein Memory-Effekt,
großer Einsatzbereich (-40 bis +70 Grad)

- **Nachteile:** relativ anspruchsvoll in der Herstellung und Handhabung
Lithium ist leicht brennbar.
-Beschädigungen der Hülle (z.B. durch Unfälle) können zur Explosion führen, da Li schon bei Raumtemperatur sehr reaktionsfreudig ist.
-Durch thermische oder mechanische Belastungen besteht die Gefahr eines Kurzschlusses, der die Batterie entzünden kann. Die Verwendung neuartiger Keramikfolien erhöht die mechanische Belastbarkeit und steigert somit Sicherheit.
Die Zyklenfestigkeit von Lithium-Zellen schwindet bei Tiefentladung, hohen Lager- und Betriebstemperaturen, sowie hohen Lade- und Entladeströmen.
Die Kapazität von Li-Ion-Batterien verringert sich auch unabhängig von der Nutzung durch Alterungsprozesse.

4.1.1.2 Aktuelle Entwicklungen bei Lithium-Batterien

Lithium ist der Oberbegriff einer ganzen Klasse von Batterien, die sich vor allem im Material der positiven Elektrode (Anode) unterscheiden. Hierfür können verschiedene Lithium-Metalloxide eingesetzt werden. Weltweit werden derzeit mindestens acht verschiedene Varianten von Lithium-Akkus hergestellt. Die Eigenschaften der verschiedenen Batterietypen fällt sehr unterschiedlich aus.

Lithium-Polymer-Batterien

Bei der **Lithium-Polymer-Batterie** besteht die Anode aus dem gleichen Metalloxid wie bei Li-Ion-Batterien. Der Unterschied besteht in der Verwendung eines Elektrolyten auf Polymerbasis welches als Gel auf einer Folie aufgetragen ist. Diese Batterien sind relativ preiswert, und erreichen höhere Energiedichten als Lithium-Ionen-Batterien. Jedoch sind sie elektrisch und thermisch empfindlicher: Überladen, Tiefenentladung, zu hohe Belastungsströme, Betrieb unterhalb 0 °C oder oberhalb 60 °C, sowie langes Lagern im entladenen Zustand schädigen die Zellen oder zerstören.

Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie

Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien (LiFePO₄) kann extrem schnell Energie aufnehmen. Der Einsatz in Elektrofahrzeugen kann Ladezeiten von wenigen Minuten ermöglichen. Sicherheitstechnisch gilt die Eisen-Phosphat-Zelle als relativ unproblematisch, da Explosionen der Zellen praktisch ausgeschlossen sind. Der Preis liegt unter dem von Lithium-Ionen-Batterien. Chinesische Hersteller haben ebenfalls erfolgreich LiFePO₄-Batterien entwickelt (Roland Berger Strategy Consultants, 2009).

Auf Nanostruktur basierende Lithium-Ionen-Batterie

Das holländische Unternehmen OGRON BV arbeitet, in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Delft, an der Entwicklung einer **auf Nanostruktur basierenden Lithium-Ionen-Batterie**. Die Hersteller und Forscher versprechen sich von der Technologie kurze Ladezeiten bei hoher Energiedichte, sowie einer hohen Lebensdauer. Bei der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen im Dezember 2009 soll ein Elektroauto mit einer 70-kWh-Batterie dieser Bauart ausgerüstet werden, das damit

eine Reichweite von ca. 500 Kilometer erreichen soll und in max. fünf Minuten wieder aufgeladen werden kann. (Quelle: http://www.ogron.eu/fileadmin/PDFs/Pressemitteilung_Prof.J.Schoonman_TUDELFT.pdf)

Spezialfall Supercaps

Supercaps sind keine Batterien, sondern große Doppelschicht-Kondensatoren (sog. Superkondensatoren) in denen elektrische Energie gespeichert werden kann. Supercaps besitzen eine sehr hohe Leistungsdichte und sind besonders als Kurzzeitspeicher für Hybridfahrzeuge geeignet. Als schnelle Kurzzeitspeicher können sie die beim Beschleunigen und beim Bremsen anfallenden hohen Ströme problemlos liefern oder aufnehmen. Die geringen Verluste bewirken wesentlich höhere Wirkungsgrade bei der Rückgewinnung der Bremsenergie als bei der Verwendung von Batterien erreicht werden könnte (Naunin, 2004). Supercaps werden in den Power-Hybrid-Prototyp-Fahrzeugen von BMW (Als Beispiel die Hybridvariante des X3 und des X5) eingesetzt. Supercaps eignen sich vor allem dann als Ersatz für Akkumulatoren, wenn eine hohe Zuverlässigkeit und ein häufiges Laden und Entladen gefordert wird. Das ist unter anderem bei Elektrobussen der Fall. Supercaps besitzen eine geringe Energiedichte und weisen Nachteile im Tiefsttemperaturbetrieb unter -25 °C auf. Hinsichtlich der Umweltverträglichkeit können sie ohne Bedenken eingesetzt werden (Quellen: www.hybrid-autos.info/technik/energiespeicher, <http://www.capacitor-supplier.com/learning/2008/Supercapacitor-71.html>).

Tabelle 4-1: Vergleich der Eigenschaften verschiedener Batterietechnologien; Quelle: (Bauer and Lieb, 2008)

| | NiMH | NiCd | Li-Ion | Fe |
|------------------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
| Spannung (V) | * 1,2 | * 1,2 | ***** 3,7 | **** 3,2 |
| Sicherheit | *** | ***** | ** | ***** |
| Ladezyklen | **** ~1000 | **** ~1000 | *** ~500 | ***** >2000 |
| Energiedichte (Wh/kg) | *** 80 | ** 50 | ***** 160 | **** 120 |
| Energiedichte (Wh/l) | *** 260 | ** 150 | ***** 420 | **** 310 |
| Hochtemperaturleistung | * | **** | *** | **** |
| Memory Effekt | ** | * | ***** | ***** |
| Umwelt | **** | * | ***** | ***** |
| Kosten | *** | **** | ** | **** |

Tabelle 4-2: Vergleich verschiedener Batterietechnologien, Quelle: (Roland Berger Strategy Consultants, 2009)

| | Li-NiCoMn | LiMn ₂ O ₄ | LiFePO ₄ |
|-------------------------|-----------|----------------------------------|---------------------|
| Sicherheit | ** | *** | **** |
| Stabile Leistung | ** | *** | **** |
| Kosten (US\$/kg) | 20–26 | 15–28 | 15–18 |
| Ladezyklen ⁶ | 800 | 500 | 2.000 |

In China kommen zurzeit Nickel-Metallhydrid-Batterien, Lithium-Ionen-Batterien, Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien und Spezialfall Supercaps zum Einsatz. Dabei weisen Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien die besten Eigenschaften auf.

⁶ Laborwerte, können sich im realen Einsatz um bis zu 50 % Abweichen.

Als Beispiel soll der E6 von BYD dienen.

In ihm ist eine Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie mit 180 Ah gebaut. Die Batterie kann nach 2000 Ladezyklen noch min. 80% Energie speichern. Die Lebensdauer beträgt bis zu 4000 Ladezyklen. Mit 180.000 RMB (aktuell circa 1.000RMB/Ah) macht sie circa 50% der Anschaffungskosten (368.000RMB) des Fahrzeuges aus.

Ab einer Produktion von 200.000 E-Fahrzeugen/Jahr, könnten sich die Batteriekosten auf die Hälfte reduzieren, lässt der CEO von BYD verlauten. BYD ist ein international bekannter Hersteller für Batterien.

4.1.2 Aufladen

E-Fahrzeuge können grundsätzlich in privaten Haushalten (1phasig, 220V) aufgeladen werden. Ein Laden mit bis zu 16 Ampere, d.h. mit bis zu 4 kW, ist somit möglich. Für 60 kWh muss die Batterie circa 15 Stunden geladen werden.

An Ladesäulen sind drei Lademöglichkeiten vorhanden:

| | |
|----------------------------|------|
| Schnellladen (DC) | 1/4h |
| mittelschnelles Laden (DC) | 1,5h |
| normales Laden(DC) | 4h |

(Quelle:

http://auto.163.com/11/1225/16/7M4OU2G100084TV0_all.html).

Es ist aber zu erwähnen, dass die Schnellladevariante die Anzahl der Ladezyklen verkleinert.



Abbildung 4-1: BYD Laden an gewöhnlicher Haushaltssteckdose



Abbildung 4-2: Lademöglichkeiten des BYD E6.

Links für Schnell-Ladegeräte; rechts für 220V haushalte



Abbildung 4-3: BYD Ladepfahl

Aufladung oder Batterieaustausch?

In den aktuellen Diskussionen zeichnen sich zwei Entwicklungsrichtungen ab. Bei der einen wird die Batterie im Fahrzeug fest verbaut und durch Ladestationen geladen; und bei der anderen Richtung soll die leere Batterie an den Ladestationen durch eine volle ausgetauscht werden.

Batteriehersteller und Stromnetz kümmern sich um die Richtung des Batterieaustausches. Dieses Verfahren hat deutliche Vorteile:

a. Zeitsparen

Ein Batterieaustausch ist schnell und das Laden der Batterie erfolgt schonend an den Ladestationen.

b. Niedrigere Anschaffungskosten

Da die Batterie nur noch als Energieträger dient, wird sie hierbei nur gemietet. Die Anschaffungskosten des Fahrzeuges würden sich somit um

knapp die Hälfte reduzieren. Die Entwicklung der laufenden Kosten wie Mietzins oder Strompreis ist aber noch nicht abzusehen.

c. Volle Batterie Ladezyklen

Durch optimierte Ladezyklen kann gewährleistet werden, dass die Batterie ihre Kapazität über einen langen Zeitraum nahezu konstant hält.

Die Kosten werden somit von den Besitzern der E-Fahrzeuge auf die Inhaber des Batteriewechseldienstes umgewälzt. Aufgrund der immensen Kosten, existieren zurzeit nur wenige dieser Dienste und Fahrzeuge mit dieser Technologie. (*Quelle: <http://www.itdcw.com/chonghuand>*)

Wie in anderen Staaten, existiert in China kein Standard für den Anschluss von E-Fahrzeugen an das öffentliche Stromnetz. Daher verwendet jeder E-Fahrzeughersteller den eigenen Standard, und versucht diesen als staatlichen Standard einzuführen. Das führt dazu, dass die Anschlussvarianten / Steckerformen und -belegungen von Stadt zu Stadt und Hersteller zu Hersteller unterscheiden. Die Einführung einer staatlichen Norm ist auf Ende 2012 festgesetzt.

4.1.3 Elektro-Mobilitätsbeispiele

4.1.3.1 Elektro-Zweiräder



Abbildung 4-4: E-Fahrrad (PEDELEC)

Als Pedelecs werden einspurige Muskelkraft-Elektro-Hybridfahrzeuge bezeichnet. Sie unterstützen bzw. verstärken die Pedalkraft des Radfahrers. Laut GB17761-1999 gelten elektrisch angetriebene Zweiräder nicht als Kraftfahrzeuge, solange die Leistung kleiner als 240 W und die bauartbedingte Geschwindigkeit geringer als 20 km/h ist.

Vor- und Nachteile

Vorteile

- Im Vergleich zu anderen motorisierten Verkehrsmitteln, sind PEDELECs billig in der Anschaffung und in der Unterhaltung (der Kaufpreis bewegt sich im Bereich von 1.000,- bis 4.000,- RMB),
- Für die Nutzung benötigt man weder Führerschein noch Versicherung
- Sehr geringer Energieverbrauch (circa 1- 1,5 kWh/100 km),

- Je nach Auslegung der elektrischen Unterstützung könnten auch Fitnesseffekte entstehen.

Nachteile

- Verkehrssicherheit auf Radwegen und gemischten Rad- und Gehwegen,
- hohe Anschaffungskosten im Vergleich zu konventionellen Fahrrädern

Firmen - Kompetenzen

Fushida Tianjin

Produktion 500.000 pro Jahr,

Umsatz mehr als 0,9 Milliarden RMB

Lüjia Taiwan

Produktion 500.000 pro Jahr,

Umsatz mehr als 0,9 Milliarden RMB

Xiaofeige Zhejiang

Produktion 300.000 pro Jahr,

Umsatz mehr als 0,6 Milliarden RMB

Xindazhou Hainan

Produktion 300.000 pro Jahr,

Umsatz mehr als 0,6 Milliarden RMB

China stellt derzeit den weltgrößten Markt für elektrisch angetriebene Zweiräder dar. Die Verkaufszahlen stiegen von circa 40.000 Einheiten im Jahr 1998 auf 17 Millionen im Jahr 2006 (Weinert et al., 2007a; Weinert et al., 2007b) und schließlich 88,8 Millionen im Jahr 2007 an. Seit 2002 werden mehr E-Zweiräder als Personenkraftwagen für den Inlandsmarkt produziert und verkauft. In den Jahren 2004 und 2005 wurden mehr als dreimal so viele E-Zweiräder wie Pkws verkauft. Im Jahr 2006 wurden in China gleich viele E-Zweiräder wie Zweiräder mit Verbrennungskraftmaschine verkauft (Weinert et al., 2008). Insgesamt waren 2011 in China circa 140 Millionen E-Zweiräder im Einsatz. (*Quelle:* <http://www.ocn.com.cn/free/201204/diandongzixingche281110.shtml>)

Das Thema Sicherheit wird als wichtigstes Hindernis für den weiteren Anstieg der E-Fahrräder in China angesehen (Weinert et al., 2007b). So wurde im

November 2006 die Verwendung von E-Fahrrädern in der Stadt Guangzhou verboten. Guangzhou war nach Fuzhou und Zhuhai die dritte Stadt, in der ein derartiges Verbot verhängt wurde. Die Verkehrsplaner begründeten das Verbot mit Sicherheitsbedenken, da E-Bikes immer schneller und schwerer werden, und im selben Atemzug beinahe lautlos unterwegs sind. Dies bringt einerseits die Fahrer selbst und andererseits die Fußgänger in Gefahr.

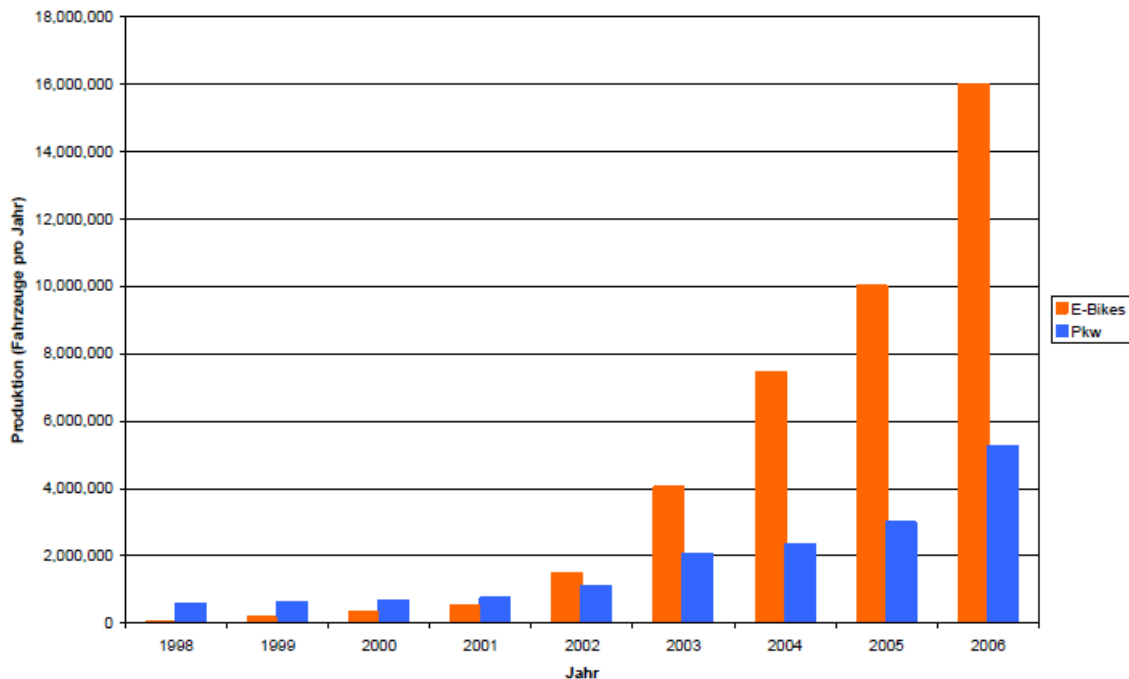


Abbildung 4-5: Entwicklung der Fahrzeugproduktion in China; Quelle: (Weinert et al., 2007a), (Weinert et al., 2007b)

4.1.3.2 Reine Elektro-Fahrzeuge

4.1.3.2.1 E-PKW

BYD E6

Ab Mai 2010 organisierten BYD und die Busgruppe Shenzhen eine E-PKW Taxifirma, die Pengcheng heißt. Zu Beginn wurden 30 E6 als Aktienanteil der BYD an Pengcheng geliefert. Seit zwei Jahren fahren mehr als hundert BYD E6 Taxis in den Straßen von Shenzhen.



Abbildung 4-6: Shenzhen BYD E-Taxi

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
 - L/B/H: 4554/1822/1630mm
 - Achsabstand: 2830mm
 - Radabstand: V/H 1556/1558mm
 - Bodenfreiheit maximal: 138mm
 - Leergewicht: 2295kg
- Motor und Batterie:
 - Leistung des Elektromotors: 75kW
 - Drehmoment: 450Nm
 - Drehzahl: 7000rpm
 - Kapazität der Batterie: 180-200 Ah
- Messwerte des Herstellers
 - Beschleunigung (von 0 km/h auf 100 km/h): ca. 9,2s
 - Reichweite: > 300km
 - Höchstgeschwindigkeit: 140-185 km/h
 - Durchschnittlicher Gesamtverbrauch: 21,5kWh/100km

- Kaufpreis: circa 369.800 RMB (*Quelle: <http://news.cheshi.com/daogou/201005/217407.shtml>*)

Futian Midi

Das Fahrzeug wird beim Beijing Hersteller Beiqi produziert.



Abbildung 4-7: Futian Midi E-Taxi in Beijing

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
L/B/H: 4338/1725/1768mm
Achsabstand: 2695mm
Radstand: -
Bodenfreiheit maximal: -
Leergewicht: 1550kg
- Motor und Batterie:
Leistung der Elektromotor: 60kW
Drehmoment: 200Nm
Drehzahl: -
Kapazität der Batterie: -

- Messwerte des Hersteller
Beschleunigung: -
Reichweite: 120km
Höchstgeschwindigkeit: 140-185 km/h
Durchschnittlicher Gesamtverbrauch: 25kWh/100km
- Kaufpreis: Prognose 100.000 RMB (unter Einbeziehung des Zuschusses für Elektrofahrzeuge) (*Quelle:* <http://www.ddqc.cc/bencandy.php?fid=30&id=11066>)

Auf den folgenden Seiten werden einige Beispiele aktueller Prototypen dargestellt.

Benben MiniEV von Chang'an Auto



Abbildung 4-8: Benben Mini EV

Kaufpreis: Prognose 100.000 RMB (unter Einbeziehung des Zuschusses für Elektrofahrzeuge) (*Quelle:* http://inf.315che.com/n/2010_05/115146/)

4.1.3.2.2 E-Bus

Seit 2008 betreibt Beijing die Buslinie 121. Diese E-Busflotte wird durch Blei-Batterien von AK Ankai betrieben. Nach dem Preissinken und dem Produkterhöhen von Batterie tendieren mehr und mehr E-Fahrzeuge Li-Ion-Batterie zu nutzen. In Reinelektrobusmarkt, in sogenannte „emerging market“ fokussiert der Hersteller die Bequemlichkeit und Schönheit, die zu hohen Kosten führen.

AK HFF6127K46EV



Abbildung 4-9: AK HFF6127K46EV

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
 - L/B/H: 12000/2500/3550mm
 - Achsabstand: 6080mm
 - Radabstand: v/h 2064/1824mm
 - Bodenfreiheit maximal: -
 - Leergewicht: 14100kg
 - Zul. Gesamtgewicht 17800 kg
- Motor und Batterie:
 - Leistung der Elektromotor: -
 - Drehmoment: -
 - Drehzahl: -

Batterie: Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie >400Ah
Spezialfall Supercaps: 600VDC +/- 10%

- Messwert von Hersteller
Beschleunigung: -
Reichweite: 150km
Höchstgeschwindigkeit: 80 km/h
Verbrauch Gesamt: 116kwh/100km

- Kaufpreis: 1.800.000 RMB (*Quelle: <http://www.cnbuses.com/bus/732.htm>*)

Weitere Beispiele sind unter Anlage 3 aufgeführt.

4.1.3.3 Plug-In Hybrid-Fahrzeuge

Als ein Kompromiss zwischen reinem E-Fahrzeug und Fahrzeug mit konventionellem Verbrennungsantrieb, hat der Plug-In Hybrid Preisvorteile gegenüber dem reinen E-Fahrzeug.

BYD F3DM

Als erstes Plug-In Hybrid-Fahrzeug in China, besitzt der F3DM neben den zwei Elektromotoren und dem 1,0l Ottomotor, sogar eine Solarzelle auf dem Dach. Beim Laufen können Batterien durch Solarzelle aufgeladen werden. Die Batterien können auch durch Ladestationen oder der heimischen Steckdose aufgeladen werden. Sinkt die Kapazität des Akkus unter 20%, schaltet das Fahrzeug auf reinen Verbrennungsantrieb um. Da der F3DM kein mechanisches Getriebe besitzt, sind hierbei nur langsame Fahrten möglich.



Abbildung 4-10: BYD F3DM



Abbildung 4-11: BYD F3DM in Schnittdarstellung

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
L/B/H: 4533/1705/1520mm
Achsabstand: -
Radabstand: -
Bodenfreiheit maximal: -

Leergewicht: 1560kg

➤ Motor und Batterie:

Leistung der Hauptelektromotor: 50kW

Leistung der Nebenelektromotor: 25kW

Leistung der Ottomotor: 50kW

Kapazität der Batterie: -

➤ Messwert von Hersteller

Beschleunigung(von 0 km/h auf 100 km/h): <10,5s

Reichweite(rein elektrisch): 100km

Höchstgeschwindigkeit: 150km/h

Durchschnittlicher Gesamtverbrauch (rein elektrisch): 16kWh/100km

➤ Kaufpreis: 169.800 RMB

(Quelle: <http://auto.163.com/special/000833GJ/bydf3dm.html>)

4.2 Anschaffungs- und Nutzungskosten-Analyse

Die Ermittlung der gesamten Kosten kann nach folgender Formel erfolgen:

$$K_G = K_A + S + K_N$$

Hierbei stellt K_G die Gesamtkosten, K_A die Anschaffungskosten, S die Einkaufsteuer für Kraftfahrzeug und K_N die Anwendungskosten dar.

Nach dem „Volks Republik China KFZ-Einkaufsteuer vorläufiges Statut – 01.01.2001“ entfällt auf den Erwerb eines Fahrzeuges ein Steuersatz von 10% des Kaufpreises. Das heißt:

$$S = \text{Kaufpreis} * 10\%$$

Gemäß der „Kraftfahrzeug Zwangsverschrotten Norm (Urabstimmung) - 2011“ müssen PKWs nach 600.000 km und Busse nach 600.000 km oder nach 15 Jahren verschrottet werden.

Da es keine vergleichbaren Vorschriften für E-Fahrzeuge gibt, wird in dieser Arbeit die Norm zur Zwangsverschrottung auch für Hybrid und rein elektrisch betriebene Fahrzeuge angewendet.

Bei der Kostenaufschlüsselung werden nur Brennstoff- oder Stromverbrauch berücksichtigt. Der aktuelle Brennstoffpreis liegt bei 7,20 RMB/l⁷ für Benzin 93# und 7,02 RMB/l für Diesel mit 0#. Da die Strompreise in China sich regional unterscheiden, wurden die aktuellen Strompreise für Gewerbe 0,64 RMB/ kWh in Beijing für die weitere Berechnung ausgewählt. Da die Ladeverluste nicht bekannt sind, wird auf Grundlage von Erfahrungswerten zwischen 20% und 40% der Mittelwert 30% zur weiteren Kostenanalyse verwendet.

$$K_N = \text{Brennstoffkosten}(\text{Strompreis}) * \text{Fahrweite} * \text{Verbrauch}/100\text{km}$$

Im folgendem werden drei Fahrzeuge mit vergleichbaren Daten gegenübergestellt. Der BYD E6 als Vertreter der E-Fahrzeuge und der VW Tiguan und BYD S6 als Vertretern der konventionell angetriebenen Fahrzeuge.

4.2.1 BYD E6 gegen BYD S6 bei selben Hersteller und Tiguan

BYD S6

⁷ Preisstandard ab 09. 06. 2012



Abbildung 4-12: BYD S6

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
 - L/B/H: 4810/1855/1680mm
 - Achsabstand: 2720mm
 - Radabstand: V/H 1580/1555mm
 - Bodenfreiheit maximal: 190mm
 - Leergewicht: 1620kg
- Motor :
 - Hubraum: 2,4L
 - Leistung der Motor: 118kW
 - Drehmoment: 215 Nm
 - Drehzahl: 6000rpm
- Messwerte des Herstellers
 - Beschleunigung: -
 - Höchstgeschwindigkeit: 185km/h
 - Durchschnittlicher Gesamtverbrauch: 10,0L/100km
- Kaufpreis: 116.900 RMB – 136.900RMB (*Quelle:*
<http://www.autohome.com.cn/2088/>)

Preisverschieden sind auf Grund der verschiedenen Konfigurationen. Zum Beispiel mit oder ohne Multimediasystem, GPS, Radar, Oberlichtfenster usw.

S6 wird bei C-NCAP⁸ 5-Stern zertifiziert. Das bedeutet bei diesem günstigen Auto die Sicherheit kein Problem sein zu können.

Ein vergleichbarer SUV ist der VW Tiguan. Dieser wird von VW Shanghai hergestellt. Die Qualität ist sehr bekannt. Aufgrund geringer Lohnkosten ist der Tiguan preiswert als in Deutschland.

VW Shanghai Tiguan 1.8 TSI



Abbildung 4-13: Tiguan 1.8 TSI

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
 - L/B/H: 4525/1809/1665 mm
 - Achsabstand: 2684mm
 - Radabstand: -
 - Bodenfreiheit maximal: 160mm
 - Leergewicht: 1600kg
- Motor :
 - Hubraum: 1,8L
 - Leistung der Motor: 118kW

⁸ C-NCAP: China New Car Assessment Programme wie EURO-NCAP

Drehmoment: 250Nm

Drehzahl: 6200rpm

➤ Messwerte des Herstellers

Beschleunigung: -

Höchstgeschwindigkeit: 190 km/h

Verbrauch Gesamt: 8,8L/100km

➤ Kaufpreis: 199.800 RMB – 233.800RMB(*Quelle:*
<http://www.autohome.com.cn/874/>)

Die folgende Tabelle zeigt die einzelnen Kostengruppen auf. Der Vergleich der Gesamtkosten wird pro angefangene 100.000 km ermittelt ($K_{G0} \dots K_{G6}$). Die ermittelten Werte sind in tausend RMB angegeben.

Tabelle 4-3: Kostenvergleich zwischen E6, S6 und Tiguan

| | BYD E6 | BYD S6 | VW Tiguan |
|------------------|--------|--------|-----------|
| K_A | 369,8 | 126,9 | 216,8 |
| S | 0 | 12,69 | 21,68 |
| Subvention(-) | 60,00 | 0 | 0 |
| $K_{N100.000km}$ | 17,89 | 72,00 | 63,36 |
| K_{G0} | 309,80 | 139,59 | 238,48 |
| K_{G1} | 327,69 | 211,59 | 301,84 |
| K_{G2} | 345,58 | 283,59 | 365,20 |
| K_{G3} | 363,46 | 355,59 | 428,56 |
| K_{G4} | 381,35 | 427,59 | 491,92 |
| K_{G5} | 399,24 | 499,59 | 555,28 |
| K_{G6} | 417,13 | 571,59 | 618,64 |

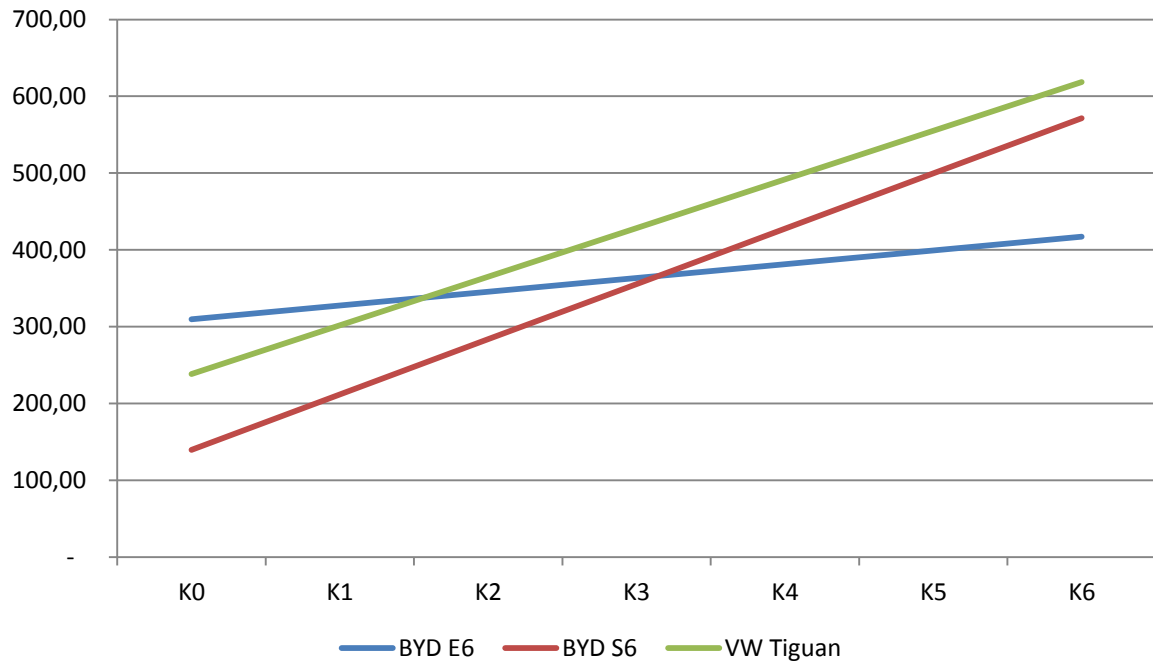


Abbildung 4-14: Gesamtkosten Vergleich zwischen BYD E6, BYD S6 und VW Tiguan

Aus Abb. 4-14 ist zu entnehmen, dass sich die Gesamtkosten des BYD E6 und des Tiguan bei 150.000 km schneiden. Der Schnittpunkt des E6 mit dem S6 liegt bei 300.000km. Diese Schnittpunkte zeigen auf, ab wann sich der Kauf eines E-Fahrzeuges rentiert.

4.2.2 Ankai gegen Jinlong

Jinlong XMQ 6127



Abbildung 4-15: Jinlong XMQ 6127

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
 - L/B/H: 12000/2490/2490mm
 - Achsabstand: 6000mm
 - Radabstand: -
 - Bodenfreiheit (max.): -
 - Leergewicht: 13450kg
 - Zul. Gesamtgewicht: -
- Dieselmotor:
 - Leistung der Motor: 235kW
- Messwert von Hersteller
 - Beschleunigung: -
 - Höchstgeschwindigkeit: 120 km/h
 - Durchschnittlicher Gesamtverbrauch: 24l/100km
- Kaufpreis: 1.286.000 RMB (*Quelle: http://db.chinacars.com/1/db_2959.htm*)

Die folgende Tabelle zeigt die einzelnen Kostengruppen auf. Der Vergleich der Gesamtkosten wird pro angefangene 100.000 km ermittelt ($K_{G0} \dots K_{G6}$). Die ermittelten Werte sind in tausend RMB angegeben.

Tabelle 4-4: Kostenvergleich zwischen Ankai und Jinlong

| Kosten in Tausend RMB | Ankai | Jinlong |
|-----------------------|----------|----------|
| K_A | 1800 | 1286 |
| S | 0 | 0 |
| Subvention - | 500 | 0 |
| $K_{N100.000km}$ | 96,51 | 168,48 |
| K_{G0} | 1.300,00 | 1.414,60 |
| K_{G1} | 1.396,51 | 1.583,08 |
| K_{G2} | 1.493,02 | 1.751,56 |
| K_{G3} | 1.589,54 | 1.920,04 |
| K_{G4} | 1.686,05 | 2.088,52 |
| K_{G5} | 1.782,56 | 2.257,00 |
| K_{G6} | 1.879,07 | 2.425,48 |

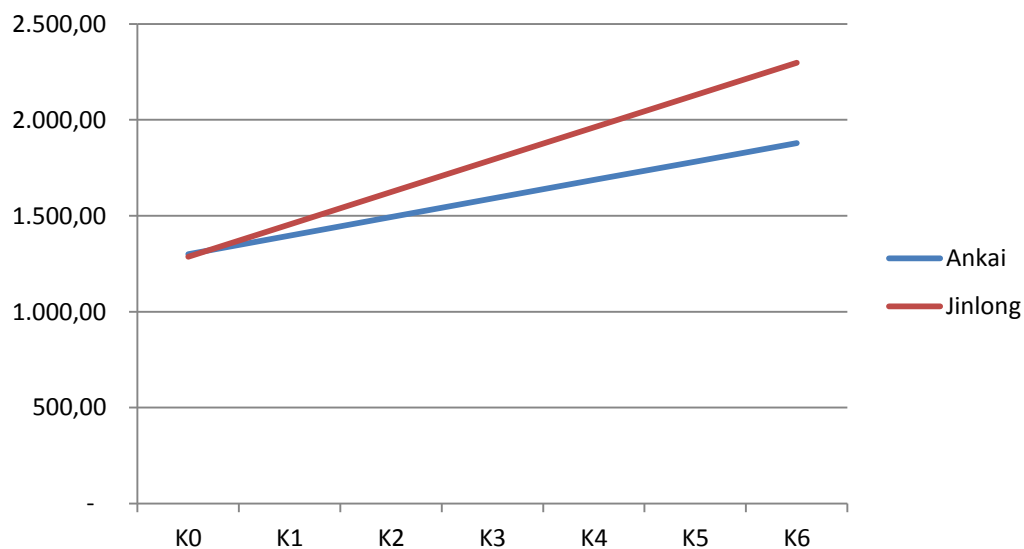


Abbildung 4-16: Gesamtkosten Vergleich zwischen Ankai HFF6127K46EV und Jinlong XMQ 6127

Mit Zuschuss von Staat sind die Gesamtkosten von E-Bus in ganzer Lebensdauer fast vom Anfang an günstig. Weil China öffentlichen Verkehr unterstützt, existiert kein Steuer für Busanschaffung.

4.2.3 F3DM gegen F3

BYD F3

Technische Daten:

- Maße und Gewichte:
L/B/H: 4533/1705/1520mm
Achsabstand: 2600mm
Radabstand: 1480mm(v)/1460mm(h)
Bodenfreiheit maximal: 170mm
Leergewicht: 1210kg
- Motor :
Hubraum: 1,5L
Leistung der Motor: 80kW
Drehmoment: 145Nm
Drehzahl: 5800rpm
- Messwerte des Herstellers
Beschleunigung: -
Höchstgeschwindigkeit: -
Verbrauch Gesamt: 6,0 l/100km

Kaufpreis: 52.900 RMB – 66.900RMB

Die folgende Tabelle zeigt die einzelnen Kostengruppen auf. Der Vergleich der Gesamtkosten wird pro angefangene 100.000 km ermittelt ($K_{G0} \dots K_{G6}$). Die ermittelten Werte sind in tausend RMB angegeben.

Tabelle 4-5: Kostenvergleich zwischen F3DM und F3

| Kosten in Tausend RMB | BYD F3DM | BYD F3 |
|-----------------------|----------|--------|
| K_A | 169,80 | 59,90 |
| S | - | 5,99 |
| Subvention - | 50,00 | 3,00 |
| $K_{N100.000km}$ | 13,31 | 43,20 |
| K_{G0} | 119,80 | 62,89 |
| K_{G1} | 133,11 | 106,09 |
| K_{G2} | 146,42 | 149,29 |
| K_{G3} | 159,74 | 192,49 |
| K_{G4} | 173,05 | 235,69 |
| K_{G5} | 186,36 | 278,89 |
| K_{G6} | 199,67 | 322,09 |

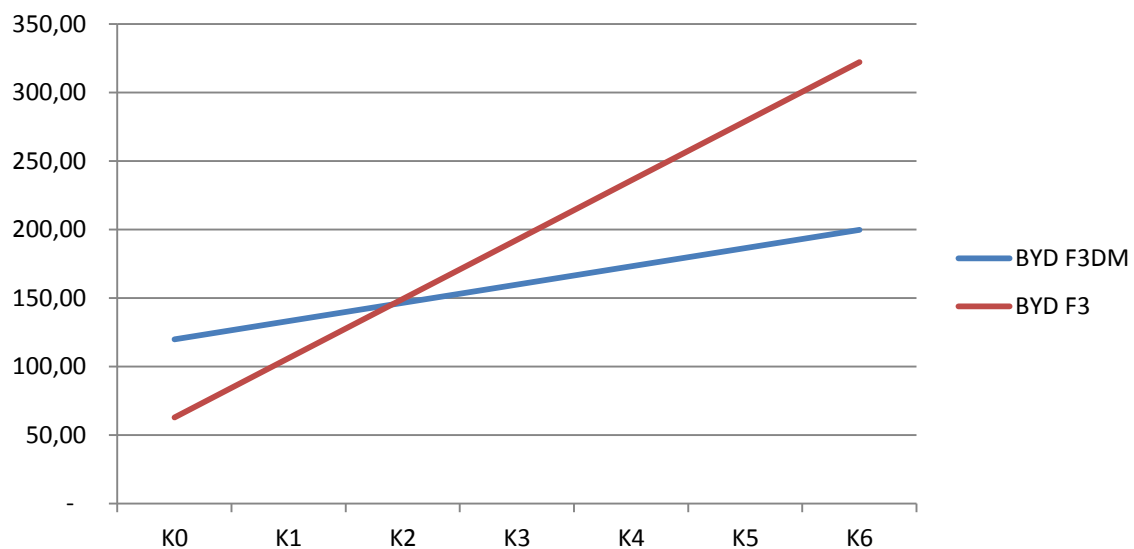


Abbildung 4-17: Gesamtkosten Vergleich zwischen BYD F3DM und BYD F3

Aus Abbildung 4-17 ist zu entnehmen, dass sich die Gesamtkosten des BYD F3DM und des F3 bei 200.000 km schneiden. Danach die Gesamtkosten der BYD F3DM sind weniger als die des F3.

Obiger Gesamtkostenvergleich zeigt, dass unter Einbeziehung des Zuschusses die Gesamtkosten der allen Sorten E-Fahrzeuge in Lebensdauer günstiger als Gesamtkosten der konventionellen Fahrzeuge.

4.3 Marktsituation und zu erwartendes

Marktwachstum

4.3.1 Marktuntersuchung

Vor ein paar Woche hat Sinotrust mit Tencent Autochanel eine Marktuntersuchung zum Thema Elektrofahrzeuge durchgeführt. (*Quelle:* http://miit.ccidnet.com/art/32689/20120709/4032551_3.html)

Die Untersuchung war durch Internet verläuft. Endlich kamen 10.696 Antworten an.

Grundsätzliche Frage



Abbildung 4-18: Kennengrad und Kaufwünsche von E-Fahrzeug

Mehr als 60% der Befragten kennen Elektrofahrzeuge. Die Hälfte kann oder möchte ein Elektrofahrzeug kaufen.

Zusätzlicher Fragenkomplex für „kann kaufen“

Weiterführende Fragen sollten klären, wie Diese wurden aber nur jenen Befragten gestellt, die im ersten Fragekomplex mit „kann kaufen“ geantwortet haben.



Abbildung 4-19: Schwerpunkt für Kaufentscheidung von E-Fahrzeug

Wie aus dem Diagramm (Abb. 4-19) zu erkennen ist; bilden der Anschaffungspreis, die Benutzerfreundlichkeit und die laufenden Kosten erst Schwerpunkt für Kaufentscheidung von Konsumenten.



Abbildung 4-20: akzeptierbarer Preis von E-Fahrzeug in RMB

Knapp 80% der Leute würden einen Kaufpreis von weniger als 120.000 RMB akzeptieren. Die Masse aber, liegt bei einem Erwerbspreis von 60.000 bis 80.000 RMB pro Fahrzeug.



Abbildung 4-21: die Konsumenten kümmernde politische Elemente

Minderung der Einkaufsteuer und Parkgebühr und mehr Subvention sind sehr willkommen. Das heißt, Bürger kümmern sich noch um die Auszahlung gegenüber Verbot.



Abbildung 4-22: akzeptierbare Ladungsmethode und Ladungsplatz

Halb Teil möchte bei Elektrofahrzeug durch Aufladung und Batterieaustausch beide weg flexibel sein zu können. Halb Leute tendieren in der Nacht auf eigenem Parkplatz oder zu Hause Elektrofahrzeug aufzuladen.



Abbildung 4-23: akzeptierbare Aufladungszeit an Ladestation

In Bezug auf die Ladezeiten, würde der Großteil (circa 73%) der Befragten eine Dauer von 15 Minuten akzeptieren.



Abbildung 4-24: akzeptierbare Reichweite

41,9% Leute hoffen sich die Fahrweite von Elektrofahrzeug länger als 300 Kilometer. Zurzeit kann nur BYD E6 den Wert erreichen.

zusätzlicher Fragenkomplex für „will nicht kaufen“

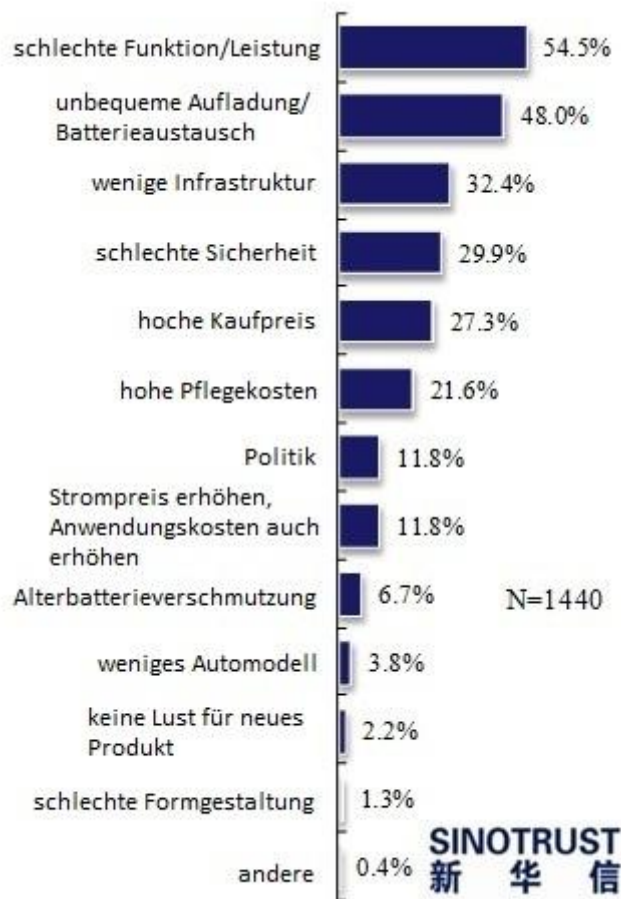


Abbildung 4-25: Gründe für „nicht kaufen“

Wie aus der Umfrage ergeht, sind

die schlechte Funktionalität,
 die Leistung des Elektrofahrzeugs,
 das umständliche Ladeverfahren (Austausch oder Aufladen) ,
 die schlechte Sicherheit
 der hohe Kaufpreis

Faktoren, die einen potentiellen Kunden vom Erwerb eines E-Fahrzeuges abschrecken lassen.



Abbildung 4-26: Aussicht der Zukunft des E-Fahrzeuges

Meisten Leute meinen die Aussichten der Zukunft von Elektrofahrzeug gut oder sehr gut zu sein. Darin meisten Leute wissen Elektrofahrzeuge.

Mehr als 50% der befragten Konsumenten kann oder will ein Elektrofahrzeug kaufen. Der Erwerb hängt von vielen wirtschaftlichen und einigen emotionalen Aspekten ab; wie zum Beispiel:

Kaufpreis,
 Bequemlichkeit der Aufladung,
 Anwendungskosten und
 Design und Variation/Individualität des Fahrzeugs.

Des Weiteren fließt die politische Landschaft in die Entscheidung ebenfalls mit ein. Die Höhe der Verschiedenen Steuern und Gebühren, aber auch Vorteile wie der Wegfall von Fahr- oder Erwerbsbeschränkungen.

4.3.2 Marktwachstum

Am 29.06.2012 hat Chinas Staatsrat den „Entwicklungsplan für die energiesparende und Neue Energie Kraftfahrzeug Industrie (2012 – 2020)“ (Entwicklungsplan 2012-2020) erlassen.

Dieser Maßnahmenkatalog umfasst folgende Forderungen:

- Förderung der Massenproduktion
Im Zeitraum von drei Jahren ist ein Absatz von 500.000 Elektrofahrzeugen(rein elektrisch und hybrid) anzustreben.
Bis 2020 soll dann die Produktivität auf 2 Millionen Stück pro Jahr und einem Absatz von bis zu 5 Millionen Stück erfolgen.
- Ziel:
Bis 2015 soll Höchstgeschwindigkeit von Elektro- und Plug-In Hybrid-PKWs mindestens 100 km/h; für komplexe Fahrprofil⁹ soll die Reichweite eines E-Fahrzeuges mindestens 150 km und bei Plug-In Hybrid-PKW mindestens 50 km im rein elektrischem Betrieb sein. Die zu erreichende Energiedichte der Batterien soll mehr als 150Wh/kg und dabei weniger als zwei RMB/Wh kosten. Die Zyklenfestigkeit soll mindestens 2000 Vorgänge betragen oder eine Lebensdauer von mehr als 10 Jahre erreichen.
Bis 2020 soll Energiedichtung von Batterie über 300Wh/kg steigen und weniger als 1,50 RMB/Wh kosten.

Konkrete Unterstützung ist noch in Arbeit.

Nach den Daten von NBSC wurden 2010 circa 7.350 und 2011 circa 12.784 Elektro- und Plug-In Hybrid- Fahrzeuge hergestellt. Dabei betrug die Wachstumsrate 2011 74%.

⁹ Innerorts- und Außerortsverbrauch durch Gesamtfahrweite

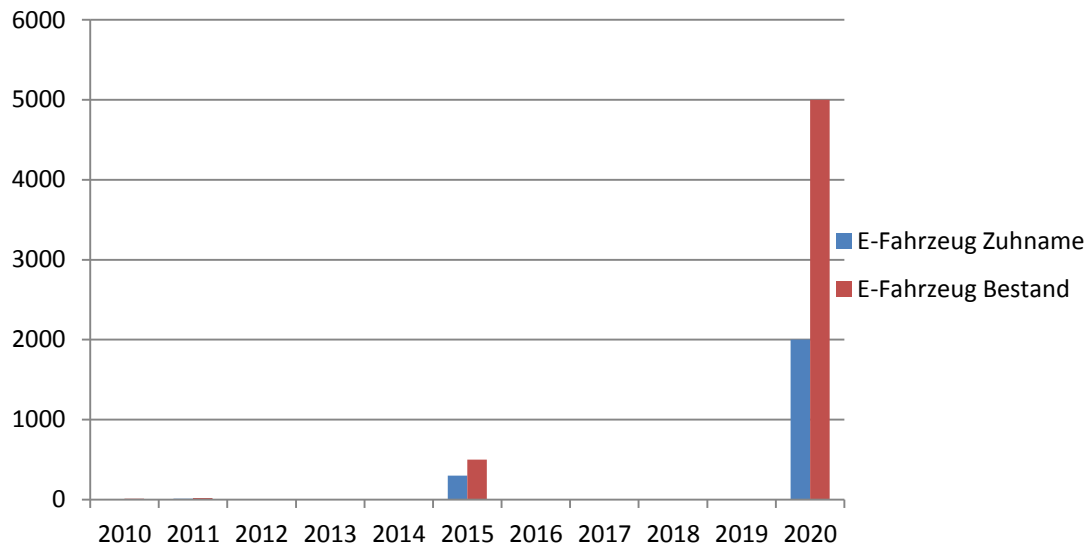


Abbildung 4-27: Zielsetzung des Entwicklungsplans für E-Mobilität

Abbildung 4-27 zeigt das Wachstumsziel der E-Fahrzeugflotte der Regierung. Eine Aufgliederung der Fahrzeuge nach Verwendungszweck (PKW, Busse, etc.) ist jedoch nicht möglich, da der Maßnahmenkatalog dazu nichts aussagt. Aufgrund der starken politischen Unterstützung des öffentlichen Verkehrs ist zu erwarten, dass das Verhältnis PKW zu öffentlichen Verkehrsmitteln 50:50 sein soll.

4.4 CO₂-Emission

4.4.1 Well- to- Wheel Analyse

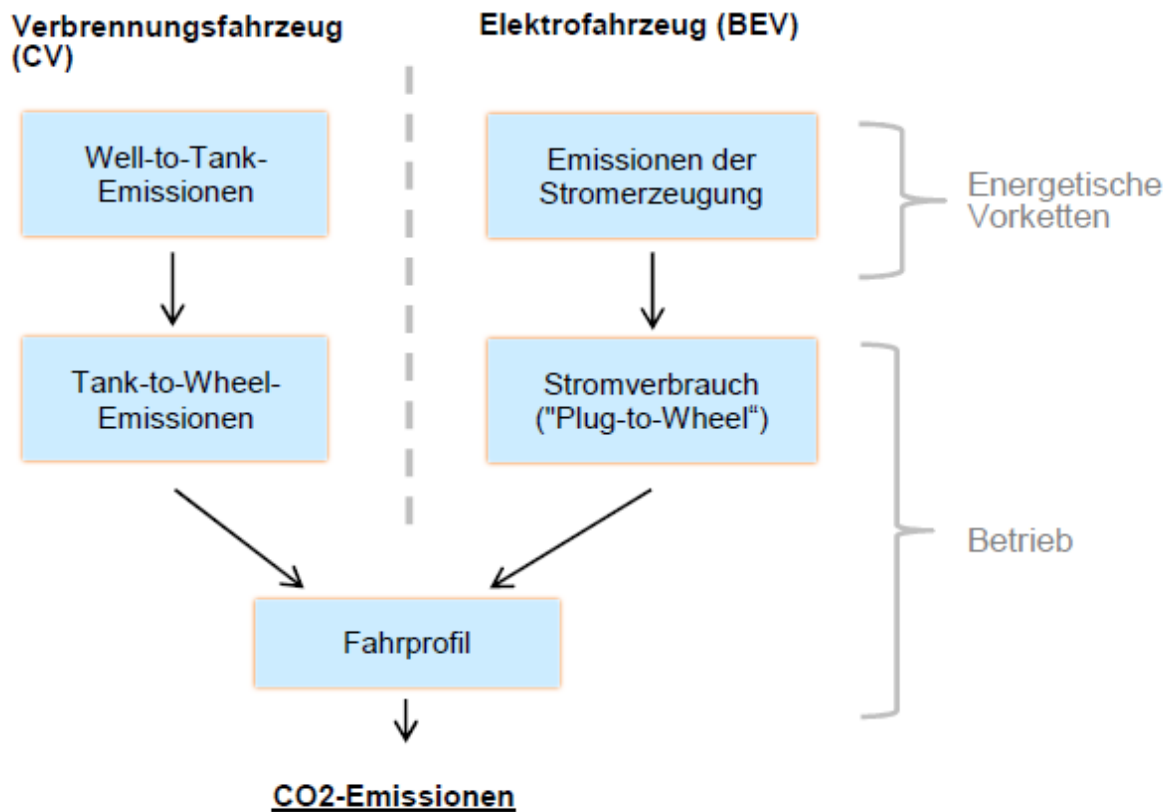


Abbildung 4-28: Parameter des Emissionsvergleichs

Die ersten beiden Parameter definieren den Referenzfall des Vergleichs, die Emissionsbilanz eines herkömmlichen Verbrennungsfahrzeugs. Diese setzt sich aus zwei Faktoren zusammen: Erstens, die direkten Emissionen, die bei der Verbrennung des Treibstoffs bei der Fahrt entstehen (sogenannte Tank-to-Wheel (TtW)-Emissionen). Zweitens, die Emissionen, die durch Produktion und Bereitstellung des Treibstoffs entstehen (sogenannte Well-to-Tank (WtT)-Emissionen). Zusammen bestimmen diese beiden Faktoren den gesamten oder „Well-to-Wheel“-Ausstoß an Treibhausgasen.

Im Gegensatz zu Verbrennungsfahrzeug stoßen Elektrofahrzeuge im Betrieb keine Treibhausgase aus, weshalb sie manchmal als „Nullemissions-Fahrzeuge“ bezeichnet werden. Allerdings ist die Produktion der benötigten

Elektrizität praktisch immer mit einem gewissen Ausstoß von Treibhausgasen verbunden. Analog zu einer Betrachtung „von der Ölquelle bis zum Rad“ (Well-to-Wheel) in einem Verbrennungsfahrzeug müssen diese energetischen Vorketten einbezogen werden, wenn der tatsächliche Klimaeffekt von Elektrofahrzeugen untersucht werden soll.

Das bedeutet, dass zwei Parameter zur Berechnung der Emissionen pro Kilometer nötig sind: Einerseits die Bruttomenge an Ladestrom, die für einen Kilometer Fahrt benötigt wird, inklusive Ladeverluste (sogenannter „Plug-to-Wheel“-Verbrauch). Andererseits die Menge an Treibhausgasen, die durch die Produktion dieser Strommenge freigesetzt wurde.

4.4.2 Emissionen der Verbrennungsfahrzeuge

Der Treibhausgas-Ausstoß pro Kilometer von Verbrennungsfahrzeugen wird anhand des Verbrauchs und des verwendeten Treibstoffes bestimmt. Offizielle Angaben, die von den Herstellern veröffentlicht werden, beinhalten lediglich die Emissionen, die beim Betrieb durch die Verbrennung des mitgeführten Kraftstoffes entstehen (sogenannte Tank-to-Wheel-Emissionen). Im wissenschaftlichen Kontext ist es jedoch üblich, auch die bei Förderung, Verarbeitung und Bereitstellung der fossilen Kraftstoffe verursachten Treibhausgasemissionen einzubeziehen. Diese Well-to-Tank-Emissionen machen bei Benzin noch einmal etwa 15% der Tank-to-Wheel-Emissionen aus (Joint Research Centre, 2007).

Heute ist der durchschnittliche Verbrauch von Verbrennungsfahrzeug in China 8,06 l/100 km (*Quelle: <http://www.goodcar.cn/10/1206/000208647.shtml>*). Die Ziele für die Verbrauchsobergrenzen werden 6,9 l/100km (bis 2015) und 5,0 l/100km (bis 2020) von China sein. (*Entwicklungsplan 2012 – 2020*)

Tabelle 4-6: CO₂-Emission von Verbrennungsfahrzeug

| | 2010 | 2015 | 2020 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|
| Verbrauch(l/100km) | 8,06 | 6,9 | 5 |
| CO ₂ -Ausstoß(g/km) | 214,25 | 185,15 | 132,25 |

CO₂-Emissionrechner von

Aral(<http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9019689&contentId=7035652>) plus 15%

4.4.3 Emissionen der E-Fahrzeuge

4.4.3.1 Die Änderung der Energiemix

Als Haupt Energiequelle spielen Kohlen heute noch große Rolle in China. In Kapitel 3 wurde Chinas Energieverbrauch von 2010 dargestellt.

2011 hat der CAE¹⁰ „Chinas mittel- und langfristige Energie Entwicklungsstrategie“ veröffentlicht. Unter Berücksichtigung der politischen Ziele wurde ein Bericht zur künftigen elektrischen Energieversorgung erstellt. So soll aufgrund des Energiemixes der Verbrauch des Energieträgers Kohle zurückgehen.

Tabelle 4-7: Prognose Chinas Energiemix (Quelle: <http://www.ipp.ac.cn/cxwh/jbdt/webinfo/2011/04/1299547666942109.htm>)

| Jahr | Total(in 100mt SKE) | Anteil (in 100mt SKE) | | | |
|------|---------------------|-----------------------|---------------|-------------|----------------------|
| | | Kohle | Erdöl/ Erdgas | Kernenergie | erneuerbare Energien |
| 2020 | 40-42 | 23 | 11,5 | 1,7 | 5 |
| 2030 | 45-48 | 21 | 13,5 | 4,5 | 8 |
| 2050 | 55-58 | 19 | 15,5 | 8,5 | 13,5 |

¹⁰ CAE: Chinese Academy of Engineering

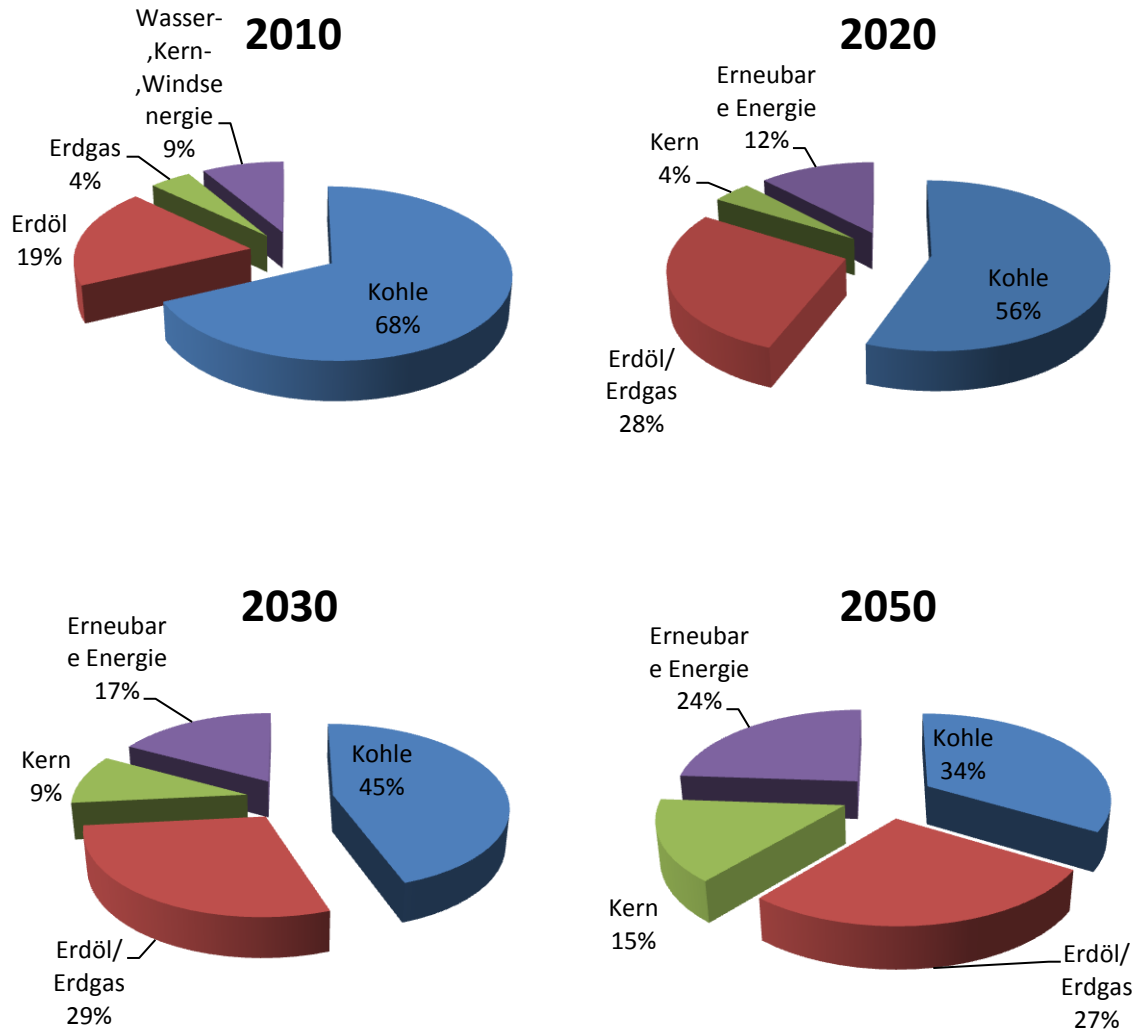


Abbildung 4-29: Energiemix von 2010, 2020, 2030 und 2050

Kohlendioxidemission bei E-Fahrzeug hängt das Anteil der Kohlen in Gesamt Energieversorgungsstruktur ab. Folgende Analyse zeigt das. Da ein E-Fahrzeug nur indirekt über die Erzeugung von elektrischer Energie CO_2 erzeugt, wirkt sich der Wandel des Energiemixes in Verbindung mit den Zielen der politischen Regierung bezüglich des Fahrzeugmarktes positiv auf den gesamten CO_2 Ausstoß aus.

4.4.3.2 CO_2 -Emission der Stromerzeugung

Bei der Stromerzeugung in Kohlekraftwerken wird die Kohlendioxidproduktion von drei Punkten beeinflusst:

Abbau und Transport der Kohle, sowie
-Stromerzeugung.

Die folgende Abbildung soll die Menge und die Aufteilung der erzeugten CO₂ Menge auf den jeweiligen Verursacher aufzeigen.

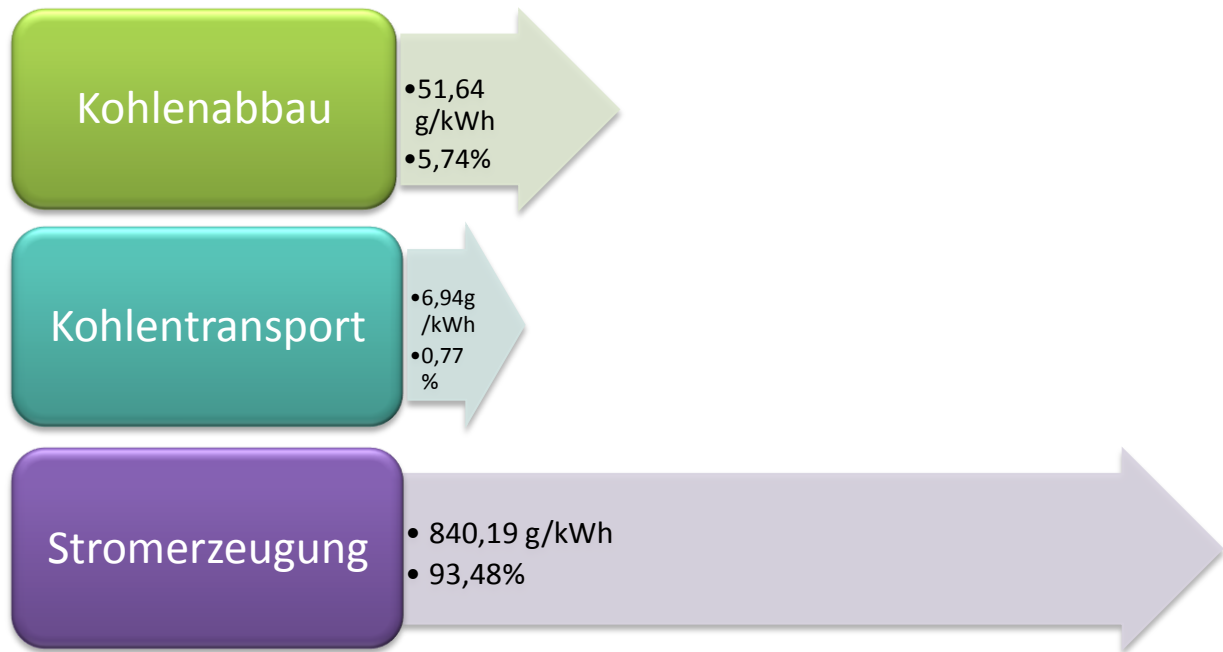


Abbildung 4-30: CO₂-Emission von ganzer Stromerzeugung bei Wärmekraftwerk (Xia, D., Ren, Y., und Shi, L. (2010))

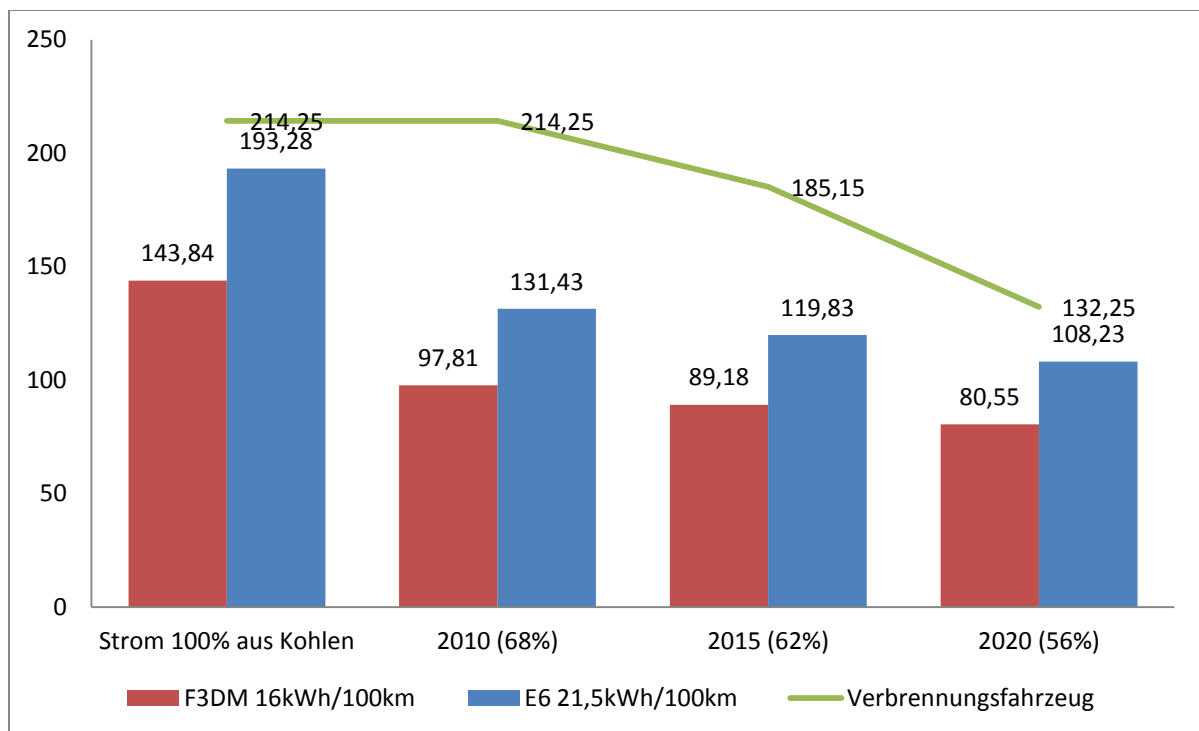
Vom Abbau bis zur Erzeugung eines kWh Stroms werden insgesamt 898,77g CO₂ umgesetzt.

Beim Laden eines Elektrofahrzeugs entstehen immer gewisse Ladeverluste, d.h. es wird nicht die gesamte zugeführte Energie in der Batterie gespeichert, sondern ein Teil wird in Wärme umgewandelt und geht verloren. Bei ein paar untersuchten Studien ist nicht klar, ob Ladeverluste in den Verbrauchsdaten berücksichtigt sind. Oder der Wert ist laut unterschiedene Ladungstechnik nicht vorhanden. Ebenfalls bei Transport und Tanken existiert Erdölprodukt auch Verlust. Deswegen der Ladungsverlust von Batterie wird in meiner Arbeit nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-8: CO₂-Emission von E-Fahrzeug in g/km

| | Kohle- kraftwerken | Energiemix 2010 (68%) | Energiemix 2015 (62% ¹¹) | Energiemix 2020 (56%) |
|--|-----------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| E6 (E-Fahrzeug) 21,5kWh/100km | 193,28 | 131,43 | 119,83 | 108,23 |
| F3DM (plug-in Hybrid) – rein elektrisch 16kWh/100km | 143,84 | 97,81 | 89,18 | 80,55 |

4.4.4 Vergleich der CO₂-Emission von Verbrennungs- und E-Fahrzeug

Abbildung 4-31: Vergleich der CO₂-Emission von E-Fahrzeug und konventionellen Fahrzeug

Es wird sichtbar, dass die relativen Emissionsvorteile von Elektrofahrzeug gegenüber die von Verbrennungsfahrzeug sind.

Sollte der Entwicklungsplan der Regierung erfolgreich umgesetzt werden, sind die zukünftigen E-Fahrzeug Modelle effizienter und wirtschaftlicher. Da die vergrößerte Leistungsdichte genutzt werden kann; um einerseits das Gewicht bei

¹¹ Durchschnittswert von 2010 und 2020

gleicher Fahrleistung zu reduzieren, oder andererseits bei gleichem Gewicht die Fahrleistung zu erhöhen. Beide Varianten haben einen verminderten CO₂ Umsatz zur Folge, da entweder das Fahrzeuggewicht oder die Anzahl der Ladezyklen reduziert wird.

5. Zukünftige Probleme

Betrachtet man die Gesamtkosten und die Kohlendioxidemission besitzt das Elektrofahrzeug deutliche Vorteile. Da aber die aktuelle Produktion und Verbreitung noch gering sind, müssen folgende Probleme noch gelöst werden.

5.1 Infrastruktur

Auf dem chinesischen Markt hat jeder Hersteller seine eigene Variante dem Fahrzeug Energie zu übertragen. Dies führt dazu, dass ein in Stadt A hergestelltes E-Fahrzeug nicht in Stadt B aufladen werden kann. Ein Gesetz zur Normierung des Steckerdesigns und der Ladeparameter (wie Stromart, Spannungshöhe und Ladeleistung) wird derzeit verfasst.

Ein weiteres Problem besteht in der für den Konsumenten akzeptierten Ladezeit.

Obwohl Schnellladetechniken vorhanden sind, beträgt die Ladezeit ein Vielfaches des betanken eines konventionellen Fahrzeuges. Des Weiteren wirken sich die Schnellladetechniken negativ auf die Zyklenfestigkeit der Batterie aus. Die Lösung des Problems ist noch offen.

Wie in Kapitel 4.1.2 erwähnt, existieren aufgrund der hohen Investitionskosten und dem Vorhandensein zweier verschiedener Ladevarianten (elektrisches Laden oder Batterietausch) nur wenige Stellen an denen das Fahrzeug wieder mit Energie versorgt werden kann.

Im Verhältnis zu den mehr als 95.000 Tankstellen (*Quelle: <http://161.207.1.24/gate/big5/www.cnpc.com.cn/ypxx/ypsc/scdt/qcy/-ifbase4-base80-1tC5+rzT083VvtLRzbvGxjkuNc3yvNJfs8nGt9PN1tW2y8-6ytuzys-Ws+S31r661fnMrMrGLmh0bQ~~>*) stehen lediglich circa 100 Lade-/Austauschstation und circa 4500 Ladegeräte (2011) in den 25 Städten des „10 Städte 1000 Autos“-Programmes.

Wegen der geringen Anzahl an E-Fahrzeugen stellen viele der Ladestationen- und Ladegeräteeigentümer ihren Dienst ein. Dies führt zu noch weiteren Fahrwegen, so dass längere Fahrten kaum möglich sind.

China erlasst „Spezielle Plan für Elektrofahrzeug Entwicklung von „Zwölfter Fünfjähriger Plan““. Dadurch soll die Zahl der Lade-/Batterieaustauschstation

und der Ladegeräte in den Programmsätzen bis 2015 auf 2000 und 400.000 Stationen vergrößert werden.

5.2 Kosten und Preis

Zurzeit existiert beim Kauf von Elektrofahrzeugen keine Erwerbssteuer und wird entweder mit staatlicher und/oder kommunaler Subvention gestützt. Ziel der Subventionen ist die Anpassung des Preisniveaus von E-Fahrzeugen auf das konventioneller Fahrzeuge.

Aufgrund der politischen Ziele Chinas, wird der Batteriepreissinken, die Massenproduktion des E-Fahrzeugs bis 2020 anlaufen und somit den Fahrzeugpreis auf die Hälfte reduzieren. . Unter Einbeziehung der niedrigen Stromkosten werden die lebenslangen Gesamtkosten des E-Fahrzeuges günstiger sein, als die konventioneller Fahrzeuge. Selbst dann wenn sämtliche Zuschüsse des Staates und der Kommunen wegfallen.

6. Fazit

Aus obigen Vergleich, Analyse und Prognose zeigt das Elektrofahrzeug umfassende Vorteilen bei den Kosten und beim Umweltschutz gegen über konventioneller Fahrzeuge, insbesondere alle Probleme in Zukunft aufgelöst werden. Außer den Vorteilen von Elektrofahrzeug hat China noch eigener Grund die Entwicklung der Elektrofahrzeugtechnik zur Unterstützung.

Seit Mitte des 18. Jahrhunderts zurückfallen Chinas Wissenschaft und Technik gegen über Westeuropa und Nordamerika. Die Elektrofahrzeugtechnik wird bei der Volksrepublik als Chance angesehen, die nach zwei industriellen Revolutionen, Europa und die USA übertreffen zu können. Mit Vergleich einer Welt- Marktforschung im Jahre 2020, die Prognose der Absatzmenge von Elektro- und Hybridfahrzeug in USA 1,78 Millionen, in Europa 1,72 Millionen und in Japan 0,94 Millionen zeigt(J.D. Power and Associates, 2010), dass China der größte Hersteller und den größten Markt von Elektro- und Plug-In-Hybridfahrzeuge haben wird, wenn das Ziel des „Entwicklungsplan 2012-2020“ erreicht ist.

Um das Ziel zu erreichen wird Chinas Regierung 100 Milliarden RMB auszahlen, 2 bis 3 große Hersteller von Batterie und 2 bis 3 große Hersteller von Elektrofahrzeug unterstützen. In diesem Betrag stellt 50 Milliarden RMB als spezielle Fonds für energiesparende und Neue Energie Kraftfahrzeug Industrie um die Technikentwicklung und die Produktion zu unterstützen, 30 Milliarden RMB für Überführung des Elektrofahrzeuges, 20 Milliarden RMB für Überführung des Plug-In-Hybridfahrzeuges.

Die Zeitfrist und Unterstützungsschwerpunkt waren schon bestimmt.

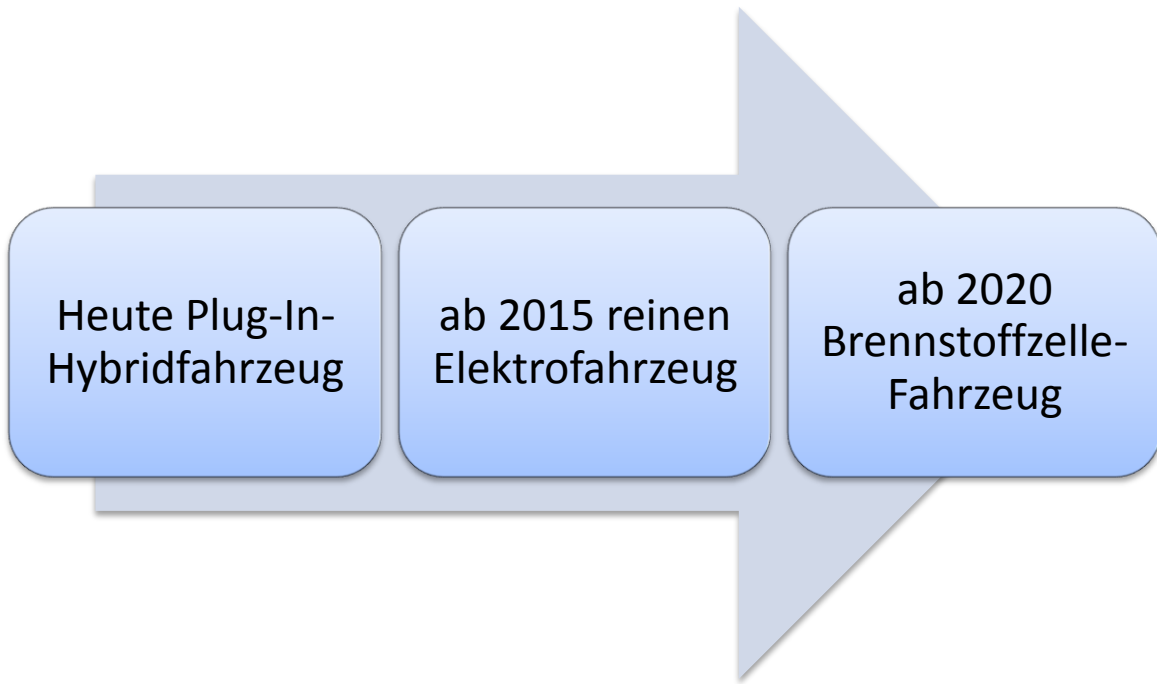


Abbildung 6-1: geplanter Unterstützungsschwerpunkt

Chinas Regierung strengt die Entwicklung von Elektrofahrzeugindustrie an. Laut dem Marktuntersuchungsergebnis können die Chinesen auch die Elektrofahrzeuge akzeptieren oder kaufen.

Wenn in Zukunft die Kosten sinken, die Sicherheit erhöht wird, die Infrastrukturen mehr ausgebaut werden, sieht die Entwicklung des Elektrofahrzeuges sehr gut aus.

Auf jeden Fall am Ende sind die Kosten zum Erdölabbau sehr hoch oder sogar kein Erdöl in der Erde mehr!

Literaturverzeichnis

Bauer, S., and Lieb, C. (2008). "New Lithium Ion Technologies & Trends." EMA 2008 Elektromobilitätsausstellung, J. Teigelkötter, ed., Hochschule Aschaffenburg, Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG), Aschaffenburg, 113-126.

Baumann, J.-W. (2004). "Der Elektro-Hybrid -eine Übersicht zu einem erfolgversprechenden, alternativen Fahrzeugantrieb." Hybrid-, Batterie-und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge, Prof. Dr. Dietrich Naunin, ed., expert Verlag, Renningen, D, 65-77.

Brauner, G., and Leitinger, C. (2008). "Solare Mobilität 2030. Machbarkeitsstudie zur solaren Vollversorgung im Verkehrsbereich 2030.", TU-Wien, Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Wien.

Chen, H. (2011). „China mittel- und langfristige Automarkt Prognose und Analyse“ Chinesische Kraftfahrzeugtechnik Institut

Hutchingson, A.(2011) "The New Energy Fixes: 10 Fixes." Verlag Mechanics. 73.

J.D. Power and Associates (2010) " Drive Green 2020: More Hope than Reality?" businessSKEnter. jdpower.com

Joint Research Centre/EUCAR/CONCAWE (JRC) (2007): "Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context", Version 2c.

Köhler, U. (2004)."Batterien für Elektro-und Hybridfahrzeuge." Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge - Technik, Strukturen und Entwicklungen ; mit 8 Tabellen, D. Naunin, ed., Expert-Verl., Renningen, 34-48.

Naunin, D. (2004). Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge - Technik, Strukturen und Entwicklungen ; mit 8 Tabellen, Kontakt & Studium ; 255Expert-Verl., Renningen.

Pre-Feasibility-Studie „Markteinführung Elektromobilität in Österreich“

Roland Berger Strategy Consultants. (2009). "Powertrain 2020, China's ambition to become market leader in E-Vehicles." Roland Berger Strategy Consultants, Munich/Shanghai.

Weinert, J., Burke, A. F., and Wei, X. (2007a). "Lead-acid and lithium-ion batteries for Chinese electric bike market and implications on future technology advancement." Journal of Power Sources (172), 938-945.

Weinert, J., Ma, C., and Cherry, C. (2007b). "The transition to electric bikes in China: history and key reasons for rapid growth." Transportation, 34, 301–318.

Weinert, J., Ogden, J., Sperling, D., and Burke, A. (2008). "The future of electric two-wheelers and electric vehicles in China." Energy Policy, 36, 2544-2555.

Xia, D., Ren, Y., und Shi, L.(2010). „Measurement of Life-Cycle Carbon Equivalent Emissions of Coal-Energy Chain“ Statistical Research, Aug. 2010, 82-90

Anlage

1. Der Verbrauch von Energie und Zusammensetzung

| Jahr | Energieverbrauch (in 10.000k SKE) | Zusammensetzung(%) | | | |
|------|--------------------------------------|--------------------|-------|--------|----------------------------|
| | | Kohle | Erdöl | Erdgas | Wasser-,Kern-,Windsenergie |
| 2000 | 145531 | 69,2 | 22,2 | 2,2 | 6,4 |
| 2001 | 150406 | 68,3 | 21,8 | 2,4 | 7,5 |
| 2002 | 159431 | 68,0 | 22,3 | 2,4 | 7,3 |
| 2003 | 183792 | 69,8 | 21,2 | 2,5 | 6,5 |
| 2004 | 213456 | 69,5 | 21,3 | 2,5 | 6,7 |
| 2005 | 235997 | 70,8 | 19,8 | 2,6 | 6,8 |
| 2006 | 258676 | 71,1 | 19,3 | 2,9 | 6,7 |
| 2007 | 280508 | 71,1 | 18,8 | 3,3 | 6,8 |
| 2008 | 291448 | 70,3 | 18,3 | 3,7 | 7,7 |
| 2009 | 306647 | 70,4 | 17,9 | 3,9 | 7,8 |
| 2010 | 324939 | 68,0 | 19,0 | 4,4 | 8,6 |

2. Chinas Erdölbilanz 1990 bis 2009

| Einheit: 10.000 Tonne | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2009 |
| Versorgung | 11435 | 16073 | 22632 | 32539 | 38463 |
| Inland Produzieren | 13831 | 15005 | 16300 | 18135 | 18949 |
| Import | 756 | 3673 | 9748 | 17163 | 25642 |
| Export(-) | 3110 | 2455 | 2172 | 2888 | 3917 |
| Saldo | -41 | -151 | -1245 | 129 | -2212 |
| Verbrauch | 11486 | 16065 | 22496 | 32538 | 38385 |
| Verbrauch in: | | | | | |
| Landwirtschaft | 1034 | 1203 | 789 | 1452 | 1308 |
| Industrie | 7322 | 9349 | 11249 | 14245 | 15693 |
| Bauindustrie | 327 | 243 | 841 | 1502 | 1942 |
| Logistik u. Post | 1683 | 2864 | 6399 | 10709 | 13549 |
| Handel | 78 | 334 | 247 | 376 | 430 |
| Andere Branche | 758 | 1390 | 1636 | 1969 | 2296 |
| Privat | 285 | 682 | 1336 | 2284 | 3167 |

3. Neue-Energie-Fahrzeuge und Batterie

| | Hersteller | Baureihe | Batterie | |
|---------|---------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| | | | Typ | Parameter |
| HEV-PKW | CCAC | Jiexun HEVSC7152 | 40QNYD6 NiMH | 288V |
| | | | QNFT6-3 NiMH | 288V |
| | BYD | QCJ7100ADM | FADMO7309 LiFePO4 | 330V/45Ah |
| | Grandeur | Zun Chi SY7181CSEBBB | 3093210 NiMH | |
| | Hyundai | Santa Fe Elantra | Li-Ion | |
| | Beijing | Elantra LPI | Li-Polymer | |
| | Chery | A5SQR7130A217A | NiMH | |
| | GM | Buick eAssist SGM7240HAT | NiMH | Zelle 1.2V/8.5Ah |
| | FAW | Hongqi CA7130N | 40QNYD6 NiMH | 288V |
| | | BESTURN CA7130N | 40QNYD7 NiMH | 288V |
| E-PKW | VW Shanghai | Passat SVW7553FCW | Li-Ion | 376V/8Ah |
| | Geely | Panda LC-E | Li-Ion | 340V |
| | Qing Yuan | HappyMessenger | Li-Ion | |
| | Lianhua | Jing Yue EV | Li-Polymer | 400V |
| | BYD | F3e | LiFePO4 | 310V/120Ah |
| | Great Wall | KULLA | Li-Ion | |
| | Zotye | 2008EV | Li-Ion | |
| | Chery | S18 | LiFePO4 | 336V/40Ah |
| HEV-Bus | CCAC | SC6442H | QNYD6 NiMH | 144V |
| | | | QNFT6-3 NiMH | 144V |
| | Wu Zhou Long | FDG6111HEVG | 6FM150HD Pb/PbO2 | 336V |
| | CSR | TEG6128SHEV | DY360-60-C1 NiMH | 360V/60Ah |
| | Zhongtong Bus | LCK6110GHEV | NiMH | 360V/40Ah |
| | | LCK6112GHEV | LP2770106AB Li-Ion | 320V |
| | Beiqi Futon | Futon BJ6123C6N4D | DY336-80 NiMH | 336V |
| | | Auman BJ6113C7M4D | IMC6-48 Li-Ion | 340V |
| | FAW Jiefang | CA6124SH8 | DY336-40 NiMH | 336V |
| | Jinghua | BK6129 | DY336-40 NiMH | 336V |
| | Anyuan | PK6112AGH | 6DM90 Pb/PbO2 | 300V |
| | Ankai | HFF6110GZ-3 | 5.5L Pb/PbO2 | 12V/75Ah |
| | Yutong Bus | YK6110HGZ | QNFG40 NiMH | Zelle 1.2V/40Ah |
| | | YK6118HGZ | WX100-EV LiFePO4 | 345V/100Ah |
| | | YK6126HGZ | QNFG60 NiMH | Zelle 1.2V/60Ah |
| | | YK6126HGZ1 | IMC6-48 Li-Ion | Zelle |

| | | | | |
|-------|---------------|-----------------|------------------|------------|
| E-Bus | | | | 3.6V/5.5Ah |
| | Jinlong | XML6112PHEV1 | YTS-5.5L Pb/PbO2 | 12V |
| | Dongfeng | EQ6122HEV | 280QFNG40-3 NiMH | 336V/40Ah |
| | | EQ6122HEV1 | 280QFNG40FG NiMH | 336V/40Ah |
| | Jijiang | NE6111SHEV1 | QNFG60 NiMH | 336V |
| | Zhongtong Bus | LCK6128EV | Li-Ion | |
| | Changlong | YS6120DG | LiFePO4 | |
| | Jinghua | BK6122EV | Li-Ion | Zelle 3.6V |
| | | PUIFP46/153/287 | LiFePO4 | |
| | SAIC | Iveco | Li-Ion | 90Ah |
| | Qingyuan | QY6720EV | Li-Ion | |
| | Wanxiang EV | SXC6120GD | Li-Ion | |

Stand bis 2010

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den 22. August 2012

Dazhi Zhao